

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**Bibliography**

- (19) [Publication country] Japan Patent Office (JP)  
(12) [Kind of official gazette] Open patent official report (A)  
(11) [Publication No.] JP,8-137508,A  
(43) [Date of Publication] May 31, Heisei 8 (1996)  
(54) [Title of the Invention] Modeling equipment and a control unit  
(51) [International Patent Classification (6th Edition)]

G05B 13/02 D 9131-3H  
13/04 9131-3H

- [Request for Examination] Un-asking.  
[The number of claims] 9  
[Mode of Application] OL  
[Number of Pages] 24  
(21) [Application number] Japanese Patent Application No. 7-38215  
(22) [Filing date] February 27, Heisei 7 (1995)  
(31) [Application number of the priority] Japanese Patent Application No. 6-220676  
(32) [Priority date] Taira 6 (1994) September 14  
(33) [Country Declaring Priority] Japan (JP)  
(71) [Applicant]  
[Identification Number] 000003078  
[Name] Toshiba Corp.  
[Address] 72, Horikawa-cho, Saiwai-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa-ken  
(72) [Inventor(s)]  
[Name] Kajiwara \*\*  
[Address] 1, Toshiba-cho, Fuchu-shi, Tokyo Inside of Toshiba Fuchu Works  
(74) [Attorney]  
[Patent Attorney]  
[Name] Suzue Takehiko

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

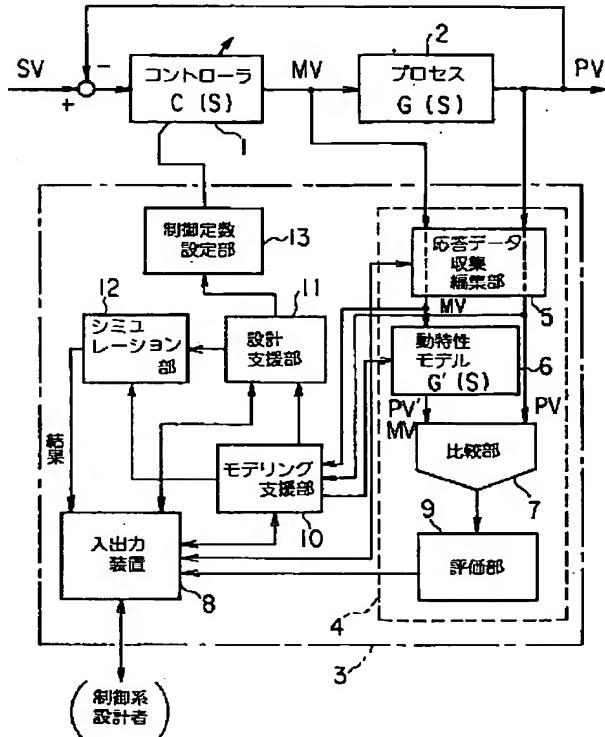
---

**Epitome****(57) [Abstract]**

[Objects of the Invention] The modeling equipment which carries out evaluation or amendment with the online of the dynamic model in a control process, and the control unit of model predictor control are offered.  
[Elements of the Invention] A I / O data collection means 5 to connect with the control process system which consists of a process controller 1 and a controlled system 2, and to collect the I / O datas to a controlled system 2, If the input data which consisted of a transfer function which modeled the controlled system 2, and was

collected with the I / O data collection means 5 is impressed Modeling equipment which established comparative-evaluation means 7 and 9 to evaluate a dynamic model by carrying out comparison collating of the dynamic model 6 which outputs the output data obtained by the transfer function, and the output data collected with the I / O data collection means 5 and the output data outputted from the dynamic model 6.

[Translation done.]



[Translation done.]

#### \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

#### CLAIMS

##### [Claim(s)]

[Claim 1] A I / O data collection means to connect with the control process system which consists of a process controller and a controlled system, and to collect the I / O datas to said controlled system as collection data, If the input collection data of the data which consisted of a transfer function which modeled said controlled system, and were collected with said I / O data collection means are impressed The dynamic model which outputs the output operation data obtained by said transfer function, Modeling equipment characterized by having a comparative-evaluation means to evaluate said dynamic model by carrying out comparison collating of the output collection data of the data collected with said I / O data collection means, and the output operation data outputted from said dynamic model.

[Claim 2] A I / O data collection means to connect with the control process system which consists of a process controller and a controlled system, and to collect the I / O datas to said controlled system as collection data, If the input collection data of the data which consisted of a transfer function which modeled said controlled system,

and were collected with said I / O data collection means are impressed The dynamic model which outputs the output operation data obtained by said transfer function, The output collection data of the data collected with said I / O data collection means and the output operation data outputted from said dynamic model are inputted at least. Modeling equipment characterized by having a model correction means to correct the transfer function of said dynamic model based on the interrelation between both output data.

[Claim 3] Modeling equipment characterized by providing the following. The dynamic model which carries out the sequential output of the output operation data which were connected to the control process system which consists of a process controller and a controlled system, have incorporated the actuation data sent out to said controlled system from said process controller one by one as input collection data to the transfer function which modeled said controlled system, and are obtained by said transfer function Each output collection data by which the sequential output is carried out at least from said controlled system The model correction means which makes the sequential correction of the transfer function of said dynamic model based on the correlation between each output operation data by which the sequential output is carried out from said dynamic model

[Claim 4] Modeling equipment which performs the modeling of the dynamic model of said controlled system based on the I / O data to a controlled system which is equipped with the following and characterized by performing said modeling using said extract data. The I / O data collection means which is connected to the control process system which consists of a process controller and said controlled system, and carries out sequential collection of the I / O data to said controlled system A buffer means to memorize the I / O data for fixed time amount by which sequential collection is carried out with this I / O data collection means as time series data A judgment extract means to extract all or a part of time series data for said fixed time amount as extract data based on this extraction condition when the time series data for said fixed time amount fulfill the extraction condition set up beforehand

[Claim 5] If the extract data which consisted of a transfer function which modeled said controlled system in modeling equipment according to claim 4, and were extracted with said judgment extract means are impressed The dynamic model which outputs the output operation data obtained by said transfer function, Modeling equipment characterized by having a model correction means for the extract data extracted with said judgment extract means and the output operation data outputted from said dynamic model to be inputted at least, and to correct the transfer function of said dynamic model based on the interrelation between both data.

[Claim 6] Modeling equipment which performs the modeling of the dynamic model of said controlled system based on the I / O data to a controlled system which is equipped with the following and characterized by performing said modeling using said optimal data. The I / O data collection means which is connected to the control process system which consists of a process controller and a controlled system, and carries out sequential collection of the I / O data to said controlled system A buffer means to memorize the I / O data for fixed time amount by which sequential collection is carried out with this I / O data collection means as time series data An extract data storage means to save the extract data extracted by judgment extract means to extract all or a part of time series data for said fixed time amount as extract data based on this extraction condition, and this judgment extract means when the time series data for said fixed time amount fulfilled the extraction condition set up beforehand An optimal data selection means to choose the extract data which fill the selection condition set up beforehand from the extract data saved for this extract data storage means as optimal data

[Claim 7] If the optimal data which consisted of a transfer function which modeled said controlled system in modeling equipment according to claim 6, and were chosen with said optimal data selection means are impressed The dynamic model which outputs the output operation data obtained by said transfer function, Modeling equipment characterized by having a model correction means for the optimal data chosen with said optimal data selection means and the output operation data outputted from said dynamic model to be inputted at least, and to correct the transfer function of said dynamic model based on the interrelation between both data.

[Claim 8] Modeling equipment which performs the modeling of the dynamic model of said controlled system based on the I / O data to a controlled system which is equipped with the following and characterized by performing said modeling using said optimal data. The I / O data collection means which is connected to the control process system which consists of a process controller and a controlled system, and carries out sequential collection of the I / O data to said controlled system A buffer means to memorize the I / O data for fixed time amount by which sequential collection is carried out with this I / O data collection means as time series data An optimal data storage means by which all or a part of time series data memorized by this buffer means are saved as optimal data based on the fetch conditions defined beforehand The optimal data judging section which compares with said time series data the optimal data saved for this optimal data storage means, and is saved for said optimal data storage means based on said fetch conditions defined beforehand by using said all or a part of time series data as the new optimal data when said time series data suit the selection condition beforehand defined rather than said optimal data

[Claim 9] The control unit containing the controller for model predictor control by which the dynamic model of a controlled system characterized by providing the following was built in The dynamic model which outputs the output operation data which are connected to the control process system which consists of a process controller and a controlled system, incorporate the actuation data sent out to said controlled system from said process controller as input collection data to the transfer function which modeled said controlled system, and are obtained by said transfer function Each output operation data currently outputted from said controlled system at least The model correction means which corrects the transfer function of said dynamic model based on the correlation between each output collection data currently outputted from said dynamic model A renewal means of a model to

update the dynamic model in the controller for said model predictor control using the transfer function with which it was corrected within said model correction means

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

**DETAILED DESCRIPTION**

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the equipment using the modeling equipment which identifies the dynamic characteristics of a controlled system based on the I/O information from an object plant, or this modeling equipment in process control.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the demand to laborsaving and energy saving of a plant increases, and high interests have gathered for the technique for operating a plant efficiently. In order to change into the optimal condition the control system which consists of a controlled system and a controller, it is necessary to make the optimal the parameter set as a controller. Various methods are devised as a control-system design for that and a control system. However, it is indispensable [ grasp of the dynamic characteristics of a controlled system ] that it is common in the most.

[0003] In order to analyze the dynamic characteristics of a process, it is called modeling to ask for a dynamic model in large semantics. It is a kind of modeling, and in the control-system design, if presumption (identification) of a transfer function also calls it modeling, it has usually pointed out specifically asking for a transfer function (namely, dynamic model).

[0004] This modeling activity is a part which occupies an important location in a control-system design activity, and requires time amount most. For implementation of the optimal operation of a plant, modeling of a process, as a result identification of a dynamic model serve as an important activity which cannot be bypassed.

[0005] In order to model an object process and to ask for a dynamic model further, there are the following two approaches.

(A) the approach of modeling a process from the physical law which governs the structure of a physical modeling process, various kinds of constants, a motion, and a reaction, as a result assembling a dynamic model — this can obtain the qualitative model which can reproduce the inclination of a rough motion over large conditions, although it is difficult to obtain the good model of predictability.

(B) How to determine that a parameter will suit the I/O response of a formula modeling process, and to ask for a transfer function.

[0006] The modeling mentioned above is used in order to identify the transfer function in a control-system design. The procedure when designing the conventional control system to drawing 10 is shown. First, control specification is determined (step S1) and then the dynamic characteristics of a process is analyzed (step S2). And a control structure and a control system are determined (step S3), and a transfer function is identified (step S4).

[0007] Here, modeling is performed in order to obtain the transfer function with which step S4 was identified as an object the final result, but as mentioned above, the method of the approach is various and there is also a case of only step 4 in a wide sense depending on the method of approach including all the activities of step S1 – S4.

Anyway, the transfer function identified correctly is followed conversely and is reflecting right control specification, dynamic characteristics, a control structure, etc. (S1-S3).

[0008] the decision (it is also only called "a design") of a controlled parameter should do after identification of a transfer function (step S5) — after evaluation by simulation is made (step S6), it is supplied to a real process and evaluated (step S7).

[0009] Furthermore, the model of a controlled system required in each activity and the designed controlled parameter are evaluated in the simulation of step 6, or the real process of step 7, when it is a dissatisfied result, it returns to the step considered that there is a problem, and an activity is redone. Since this activity is continued until the result to satisfy is obtained, an optimum value will be determined by trial-and-error.

[0010] Thus, after the identified transfer function, the designed controlled parameter are supplied before full-scale operation of a plant, or to a real process, response data are once collected and modified in many cases.

[0011] Drawing 11 is the flow Fig. showing the conventional work habits when correcting a transfer function etc. In

drawing 11 , the response data of a process based on the dynamic model applied to the real process are collected (S11).

[0012] Each (S4-7S) activity of identification of a transfer function, evaluation, etc. will be done like the case where this collection data was taken out and edited (S12), and only required data mention it above hereafter by decision of a control-system designer, and an optimum value will be determined.

[0013] In addition, step S12 and step S4 will be repeated as the editing task by the control-system designer is unsuitable at this time. The control-system design exchange tool including the function to assist modeling from the former is used for the effectiveness of the control-system design activity by such trial-and-error, and the improvement in precision.

[0014] Drawing 12 is the block diagram of the conventional control-system design exchange tool. The amount (SV-PV) of deflection with the controlled variable PV which shows the operating state of desired value SV and a process 32 is inputted into a controller 31. A controller 31 performs a predetermined control operation to this amount (SV-PV) of deflection, and sends it out to a process 32 by making the result of an operation into a control input MV.

[0015] At this time, to the control system, the control-system exchange tool 33 is connected and the control input MV from a controller 31 and the controlled variable PV from a process 32 are inputted into response data collection section 34a.

[0016] Next, a control-system designer performs the editing task of collection data about the data collected by response data collection section 34a using response data-editing section 34b through I/O device 35. Further, using the modeling exchange section 36, a control-system designer performs modeling and identifies a transfer function.

[0017] After simulation is carried out as it is in the simulation section 37 or a control-system designer modifies a controlled parameter using the design exchange section 38, simulation of the identified transfer function is carried out in the simulation section 37. Again, through I/O device 35, the result is shown to a control-system designer and evaluated.

[0018] On the other hand, when a controlled parameter is corrected, in order to set this as a controller 31, the controlled parameter setting section 39 is added, and it resets the controlled parameter of a controller 31 if needed.

[0019] As mentioned above, although asking for a dynamic model is indispensable after that a plant process designs [ control-system ], it not only uses a dynamic model for the decision (namely, design) of a controlled parameter etc. in recent years, but it incorporates the dynamic model itself for a controller, and the control technique called the model predictor control which controls is used.

[0020] Model predictor control has the dynamic model of a plant in the interior of the control algorithm, and the control input after this time is determined that fluctuation of a future plant is predicted from the control input to the past plant, and a controlled variable will become desired value from this time.

[0021]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] There is a trouble which is hung up over below in the above-mentioned modeling or the modeling section (equipment) of a design exchange tool, collection and the editorial department of response data, and the control unit of model predictor control.

[0022] First, when many physical and control-know hows are needed, great time amount and a great effort are also needed for modeling of the process by physical modeling. Furthermore, there is no means which carries out suitable evaluation and amendment in the drawn physical model.

[0023] Next, in the formula modeling by the stimulus, while measurement of a step response is easy, it is impossible by the astatic system and the unstable system. [ of measurement ] Moreover, there is a trouble that a step response cannot be measured, in the plant included in operational status. Moreover, in order to input an M sequence signal, the equipment of dedication is needed, and it becomes cost quantity.

[0024] Furthermore, in the formula modeling by the time series model, although it is possible to carry out modeling using a control-system design exchange tool, since a response pattern will become scarce if a plant goes into steady operation, it becomes difficult from the I/O response data to identify a dynamic model. Therefore, in order to compensate this, optimization must be attained by performing a modeling activity frequently. However, in the conventional control-system design exchange tool, a control-system designer has to perform modeling. Therefore, since the business time amount for the dynamic-model derivation which modeling trial-and-error in this way and frequent made a control-system designer's burden increase remarkably, and was optimized will become very long, activation is difficult as a matter of fact.

[0025] Therefore, if it is the plant of a comparatively stable system, using the experience value, without evaluating a result, a controlled parameter is sometimes even used and the characterization poses a problem nothing.

[0026] Moreover, in order to perform such modeling, it is necessary to edit a lot of collection data. For example, as mentioned above, since the need that a response pattern processes a lot of data scarce especially is produced, the condition of having gone into steady operation will take a great effort only to this editing task.

[0027] On the other hand, in model predictor control, the accuracy and adaptability of the dynamic model will determine the merit of a controllability. However, as mentioned above, with the conventional approach and equipment, asking for an exact dynamic model has the problem of requiring a great effort and time amount.

[0028] Furthermore, the dynamic characteristics of a process makes a controllability get worse remarkably in model predictor control, if it may change while making the plant operate, and such a thing happens.

[0029] This invention was made in view of such a situation, and the 1st purpose is to offer the modeling equipment which performs evaluation or amendment with the online of the dynamic model in the process of a plant etc.

[0030] The 2nd purpose is to offer the modeling equipment into which the response data for making identification of the dynamic model in the process of a plant etc. and the decision of a controlled parameter are efficiently edited through a help.

[0031] The 3rd purpose is to offer the control device which is serially amended by the on-going process in the dynamic model used in the control device which performs model predictor control and in which a dynamic model and updating are possible.

[0032]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, invention corresponding to claim 1 A I / O data collection means to connect with the control process system which consists of a process controller and a controlled system, and to collect the I / O datas to a controlled system as collection data. If the input collection data of the data which consisted of a transfer function which modeled the controlled system, and were collected with the I / O data collection means are impressed The dynamic model which outputs the output operation data obtained by the transfer function, It is modeling equipment which established a comparative-evaluation means to evaluate a dynamic model by carrying out comparison collating of the output collection data of the data collected with the I / O data collection means, and the output operation data outputted from the dynamic model.

[0033] Moreover, a I / O data collection means for invention corresponding to claim 2 to be connected to the control process system which consists of a process controller and a controlled system, and to collect the I / O datas to a controlled system as collection data. If the input collection data of the data which consisted of a transfer function which modeled the controlled system, and were collected with the I / O data collection means are impressed The dynamic model which outputs the output operation data obtained by the transfer function, It is modeling equipment which established a model correction means for the output collection data of the data collected with the I / O data collection means and the output operation data outputted from the dynamic model to have been inputted at least, and to correct the transfer function of a dynamic model based on the interrelation between both output data.

[0034] Furthermore, invention corresponding to claim 3 is connected to the control process system which consists of a process controller and a controlled system. The actuation data sent out to a controlled system from a process controller are incorporated one by one as input collection data to the transfer function which modeled the controlled system. The dynamic model which carries out the sequential output of the output operation data obtained by the transfer function, It is modeling equipment which established the model correction means which makes the sequential correction of the transfer function of a dynamic model at least based on the correlation between each output collection data by which the sequential output is carried out from the controlled system, and each output operation data by which the sequential output is carried out from the dynamic model.

[0035] In the modeling equipment with which invention corresponding to claim 4 performs the modeling of the dynamic model of a controlled system further again based on the I / O data to a controlled system The I / O data collection means which is connected to the control process system which consists of a process controller and a controlled system, and carries out sequential collection of the I / O data to a controlled system. When a buffer means to memorize the I / O data for fixed time amount by which sequential collection is carried out with this I / O data collection means as time series data, and the time series data for fixed time amount fulfill the extraction condition set up beforehand, It is modeling equipment which is equipped with a judgment extract means to extract all or a part of time series data for fixed time amount as extract data based on this extraction condition, and performs modeling using extract data.

[0036] In invention corresponding to claim 4 in invention corresponding to claim 5 on the other hand If the extract data which consisted of a transfer function which modeled the controlled system, and were extracted with the judgment extract means are impressed The dynamic model which outputs the output operation data obtained by the transfer function, It is modeling equipment equipped with a model correction means for the extract data extracted with the judgment extract means and the output operation data outputted from the dynamic model to be inputted at least, and to correct the transfer function of a dynamic model based on the interrelation between both data.

[0037] Moreover, invention corresponding to claim 6 is set to the modeling equipment which performs the modeling of the dynamic model of a controlled system based on the I / O data to a controlled system. The I / O data collection means which is connected to the control process system which consists of a process controller and a controlled system, and carries out sequential collection of the I / O data to a controlled system. When a buffer means to memorize the I / O data for fixed time amount by which sequential collection is carried out with this I / O data collection means as time series data, and the time series data for fixed time amount fulfill the extraction condition set up beforehand. A judgment extract means to extract all or a part of time series data for fixed time amount as extract data based on this extraction condition, and an extract data storage means to save the extract data extracted by this judgment extract means, It is modeling equipment which is equipped with an optimal data selection means to choose the extract data which fill the selection condition set up beforehand from the extract data saved for this extract data storage means as optimal data, and performs modeling using the optimal data.

[0038] Furthermore, invention corresponding to claim 7 is set to invention corresponding to claim 6. If the optimal data which consisted of a transfer function which modeled the controlled system, and were chosen with the optimal data selection means are impressed The dynamic model which outputs the output operation data obtained by the transfer function, It is modeling equipment equipped with a model correction means for the optimal data chosen with the optimal data selection means and the output operation data outputted from the dynamic model to

be inputted at least, and to correct the transfer function of a dynamic model based on the interrelation between both data.

[0039] Furthermore, invention corresponding to claim 8 is set to the modeling equipment which performs the modeling of the dynamic model of a controlled system based on the I / O data to a controlled system. The I / O data collection means which is connected to the control process system which consists of a process controller and a controlled system, and carries out sequential collection of the I / O data to a controlled system. A buffer means to memorize the I / O data for fixed time amount by which sequential collection is carried out with this I / O data collection means as time series data. An optimal data storage means by which all or a part of time series data memorized by this buffer means are saved as optimal data based on the fetch conditions defined beforehand. The optimal data and time series data which are saved for this optimal data storage means are compared. When time series data suit the selection condition beforehand defined rather than the optimal data it is modeling equipment which is equipped with the optimal data judging section which saves all or a part of time series data for the optimal data storage means as new optimal data based on the fetch conditions defined beforehand, and performs modeling using the optimal data.

[0040] In the control unit with which invention corresponding to claim 9, on the other hand, contains the controller for model predictor control by which the dynamic model of a controlled system was built in Connect with the control process system which consists of a process controller and a controlled system, and the actuation data sent out to a controlled system from a process controller are incorporated as input collection data to the transfer function which modeled the controlled system. The dynamic model which outputs the output operation data obtained by the transfer function. The model correction means which corrects the transfer function of a dynamic model at least based on the correlation between each output collection data currently outputted from the controlled system, and each output operation data currently outputted from the dynamic model. It is the control unit which established a renewal means of a model to update the dynamic model in the controller for model predictor control, using the transfer function with which it was corrected within the model correction means.

[0041]

[Function] Therefore, first, in the modeling equipment of invention corresponding to claim 1, by the I / O data collection means, input collection data, such as a control input, and output collection data, such as a controlled variable, are collected as collection data, and are stored.

[0042] Next, if input collection data are impressed to a dynamic model, according to the transfer function, i.e., the dynamic model, of the controlled system concerned, output operation data, i.e., a false controlled variable, will be outputted.

[0043] And by the comparative-evaluation means, by taking the difference of the controlled variable from a process, and the false controlled variable obtained from the dynamic model, a comparison is performed and evaluation is carried out.

[0044] Moreover, in the modeling equipment of invention corresponding to claim 2, by the I / O data collection means, input collection data, such as a control input, and output collection data, such as a controlled variable, are collected as collection data, and are stored.

[0045] Next, if input collection data are impressed to a dynamic model, according to the transfer function, i.e., the dynamic model, of the controlled system concerned, output operation data, i.e., a false controlled variable, will be outputted.

[0046] And the transfer function of the controlled system concerned in a dynamic model is corrected by the model correction means from the correlation of the controlled variable from a process, and the false controlled variable obtained from the dynamic model.

[0047] In the modeling equipment of invention corresponding to claim 3, the actuation data sent out to the controlled system from the process controller are incorporated one by one by the dynamic model as input collection data, and the sequential output of output operation data, i.e., the false controlled variable, is further carried out further again according to the transfer function, i.e., the dynamic model, of the controlled system concerned.

[0048] Next, the sequential correction of the transfer function of the controlled system concerned in a dynamic model is made from a correlation, the output operation data, i.e., the false controlled variable, by which the sequential output is carried out with the model correction means from the dynamic model, the output collection data, i.e., the controlled variable, by which the sequential output is carried out from said controlled system.

[0049] On the other hand, in the modeling equipment of invention corresponding to claim 4, sequential collection of input collection data, such as a control input, and the output collection data, such as a controlled variable, is carried out by the I / O data collection means.

[0050] Next, these I / O datas are saved by nearly fixed time amount for a buffer means as time series data. On the other hand, when the time series data for this fixed time amount satisfy the extraction condition set up beforehand, all or its part is extracted by the judgment extract means as extract data.

[0051] Therefore, a control-system designer can perform modeling about the controlled system concerned, using this extract data as data for modeling exchange. In the above-mentioned equipment, since the above-mentioned extraction condition is sorting out automatically the I / O data from a controlled system, only useful information can be taken out in the plant operation over a long period of time, and a control-system designer's effort can be reduced sharply.

[0052] Moreover, in the modeling equipment of invention corresponding to claim 5, invention corresponding to claim 4 is used as a I / O data collection means in invention corresponding to claim 2.

[0053] Therefore, only the data which suit the extraction condition set up beforehand automatically are used as input collection data to a dynamic model etc., and optimization of modeling is attained efficiently.

[0054] Furthermore, in the modeling equipment of invention corresponding to claim 6, it acts like invention corresponding to claim 4, and also the extract data outputted to the judgment extract means are saved for the extract data storage means.

[0055] And the data which fill the selection condition beforehand set up among the saved extract data by the optimal data selection means are chosen as optimal data. Therefore, a control-system designer can perform modeling about the controlled system concerned, using this optimal data as data for modeling exchange.

[0056] In the modeling equipment of invention corresponding to claim 7, invention corresponding to claim 6 is used further again as a I / O data collection means in invention corresponding to claim 2.

[0057] Therefore, only the data which suit the selection condition set up beforehand automatically are used as input collection data to a dynamic model etc., and optimization of modeling is attained more efficiently.

[0058] On the other hand, in the modeling equipment of invention corresponding to claim 8, sequential collection of input collection data, such as a control input, and the output collection data, such as a controlled variable, is carried out by the I / O data collection means.

[0059] Next, these I / O datas are saved by nearly fixed time amount for a buffer means as time series data. An optimal data storage means to, save the data taken out from this buffer means on the other hand is established.

[0060] Moreover, the data which suit a selection condition most are saved by the optimal data judging section for the optimal data storage means. That is, when the above-mentioned time series data are compared with the optimal data and time series data suit a selection condition from the optimal data concerned, the optimal data judging section takes out some time series data based on fetch conditions, and updates this as new optimal data.

[0061] Therefore, a control-system designer can perform modeling about the controlled system concerned, using this optimal data as data for modeling exchange. Moreover, in the control device of invention corresponding to claim 9, the actuation data sent out to the controlled system from the process controller are incorporated by the dynamic model as input collection data, and output operation data, i.e., a false controlled variable, are further outputted according to the transfer function, i.e., the dynamic model, of the controlled system concerned.

[0062] Next, the transfer function of the controlled system concerned in a dynamic model is corrected from a correlation, the output operation data, i.e., the false controlled variable, currently outputted by the model correction means from the dynamic model, the output collection data, i.e., the controlled variable, currently outputted from said controlled system.

[0063] Moreover, the dynamic model of a controlled system is built in the controller for model predictor control, and the controller for model predictor control is controlling the controlled system based on this dynamic model. Then, the renewal means of a model updates the dynamic model in the controller for model predictor control using the transfer function within a model correction means. Therefore, model predictor control of the controlled system is carried out by the dynamic model nearest to the real model of a controlled system at the time.

[0064]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained using a drawing.

(The 1st example) Drawing\_1 is the block diagram showing the control-system design exchange tool and control system which built in the modeling equipment concerning the 1st example of this invention.

[0065] The control system consists of the controller 1 which outputs a control input MV (input signal train) to desired value SV, the process 2 which outputs a controlled variable PV (output-signal train) to a control input MV, supervisory equipment which is not illustrated in addition to this, the data transmission line, etc. in drawing\_1.

[0066] Moreover, the control-system design exchange tool 3 is connected to a control system, and the control input MV and the controlled variable PV are inputted into the modeling section 4 (namely, modeling equipment of this example) in the control-system design exchange tool 3 on-line from the control system.

[0067] With the response data collection and the editorial department 5 which the control inputs MV and controlled variables PV which were inputted are collected, and the modeling section 4 edits collection data by actuation of a control-system designer according to the regulation defined beforehand, and outputs The dynamic model 6 which dynamic-model G[ of a process 2 ]' (S) is set up, and outputs false controlled-variable PV' in response to the control input MV from response data collection and the editorial department 5. It is constituted by the comparator 7 which compares a controlled variable PV with false controlled-variable PV', and the evaluation section 9 which evaluates the result of a comparator 7 and is outputted to I/O device 8.

[0068] Furthermore, the modeling exchange section 10 which supports that the control input MV and controlled variable PV from the modeling section 4 are inputted, and a control-system designer does the modeling of the control-system design exchange tool 3 through I/O device 8. The design exchange section 11 which supports that a control-system designer corrects a controlled parameter using the new dynamic model in which modeling was carried out by the modeling exchange section 10, the dynamic model (transfer function) obtained in the modeling exchange section 10 and the design exchange section 11 — and — or simulation being performed from a controlled parameter and with the simulation section 12 which shows a control-system designer the result through I/O device 8. It is constituted by the controlled parameter setting section 13 which sets the controlled parameter corrected by the design exchange section 11 as a controller 1.

[0069] In addition, the I / O data collection means is constituted by response data collection and the editorial department 5, and the comparative-evaluation means is constituted by a comparator 7 and the evaluation section 9.

[0070] Next, actuation of the control-system design exchange tool having the modeling equipment and modeling

equipment of this example which were constituted as mentioned above is explained. First, actuation of modeling equipment (modeling section 4) is explained. The control input MV outputted from the controller 1 is inputted into a process 2, and the process 2 concerned is controlled by this actuation, and it outputs a controlled variable PV. On the other hand, this control input MV and controlled variable PV are inputted into the response data collection and the editorial department 5 of the modeling section 4.

[0071] The data which were collected by response data collection and the editorial department 5, and were edited by the control-system designer through I/O device 8 are automatically inputted into a dynamic model 6 and a comparator 7 by actuation of a control-system designer according to conditions, such as a set-up cycle or the amount of data accumulation. The dynamic model of a process 2 is set to the dynamic model 6, and a simulation is made based on the inputted control input MV. Moreover, the dynamic models set as the dynamic model 6 are the dynamic model used for the controller 1, and other dynamic models by which modeling was carried out in the modeling exchange section 10 grade. False controlled-variable PV' is outputted as the simulation result. This false controlled-variable PV' is inputted into a comparator 7 with the controlled variable PV inputted by response data collection and the editorial department 5.

[0072] Further, false controlled-variable PV' calculated based on the actual controlled variable PV and actual control input MV in the process 2 compared by the comparator 7 is estimated by the evaluation section 9, and is shown to a control-system designer through I/O device 8. There is the approach of piling up signal train (time series) data, such as a controlled variable PV and false controlled-variable PV', as a trend graph, and displaying them as the evaluation approach.

[0073] Next, actuation of the control-system design exchange tool 3 which contained the above-mentioned modeling section is explained. First, a control-system designer performs the modeling for expressing an object process with the modeling exchange section 10 as a model (namely, a transfer function; dynamic model) of a formula based on the response data from the response data collection and the editorial department 5 of the modeling section 4. Moreover, in this example, since an activity can be done consulting evaluation of the dynamic model set as the dynamic model 6 of the modeling section 3, modeling can be carried out very efficiently.

[0074] Next, the dynamic model (namely, transfer function) created in the modeling exchange section 10 is simulated in the simulation section 10 as it is, and the result is shown to a control-system designer through I/O device 8. Or based on the created mathematical model (transfer function), since the optimal control system is constituted, the controlled parameter at the time of performing a control operation (namely, if it is a control parameter, for example, PID control, P, I, D parameter) is corrected in the design exchange section 11 by the controller (decision). Furthermore, a dynamic model and a controlled parameter are simulated in the simulation section 12, and the result is shown to a control-system designer through I/O device 8.

[0075] Moreover, the controlled parameter designed by the design exchange section 11 depending on the case is set as a controller 1 on-line via the data transmission line which is not illustrated by the controlled parameter setting section 13.

[0076] Thus, since the control input MV and the controlled variable PV were taken out from the control system, and false controlled-variable PV' is taken out further and it enabled it for a dynamic model 6 to estimate in modeling equipment using a control input MV according to this example, a dynamic model can be identified with a simply and sufficient precision. Moreover, it becomes easy to correct to the qualitative model which can reproduce the dynamic model conjointly identified the above-mentioned effectiveness over a large operating condition. Therefore, if the physical model is drawn, fine tuning and the amendment function of this are realizable. Furthermore, even if it is the user (control-system designer) who is not well versed in a control theory, it becomes possible to perform a control-system design.

[0077] For example, by using the modeling equipment of this example, the flow of a control-system design of the process control in a plant etc. becomes as the step ST 1 shown in drawing 2 – a step ST 8. That is, in the flow of the conventional control-system design shown in drawing 6, since it does not have the function (namely, drawing 2, online evaluation of the transfer function of ST5) which evaluates and amends a modeling result directly, re-modeling (S1 of drawing 6 – S4) is carried out after implementation of evaluation (S6, S7 of drawing 6) of simulation and a real process. On the other hand, in this example, it becomes possible immediately after modeling (drawing 2, ST4) to evaluate and correct a model result on-line (drawing 2, ST4, ST5). For this reason, it is not necessary to carry out the method of an activity that it moves back to quite a front like before, and a control-system design can be performed now very efficiently compared with the former.

[0078] Moreover, since the same effectiveness as the modeling equipment mentioned above is acquired in the control-system design tool 3 which contained the modeling section 4 and also the modeling section 4 can estimate the dynamic model which carried out modeling based on the evaluation of a dynamic model carried out in the modeling section 4, and carried out modeling further again according to this example in this way, a control-system design can be performed efficiently. Moreover, based on correction of these re-modeling and a controlled parameter, the controlled parameter of a controller 1 can be corrected to online, and the controllability over a process 2 can be raised.

(The 2nd example) Drawing 3 is the block diagram showing the control-system design exchange tool and control system which built in the modeling equipment concerning the 2nd example of this invention, attaches and explains the same sign to the same part as drawing 1, and states only a part different here to it.

[0079] In drawing 3, dynamic-model 6b obtained in the modeling section 4 is used for the dynamic model used as the object which performs the decision or simulation of a controlled parameter in the design exchange section 11 or the simulation section 12.

[0080] Moreover, the modeling section 4 is constituted by response data collection and the editorial department 5, dynamic-model 6b, and correction term modeling section 14b that a controlled variable PV and false controlled-variable PV' are inputted, presumes the correction term of a dynamic model from the correlation of these signals, and amends the dynamic model of dynamic-model 6b from the presumed result.

[0081] In addition, the I / O data collection means is constituted by response data collection and the editorial department 5, and the model correction means is constituted by for example, correction term modeling section 14b.

[0082] Next, actuation of the control-system design exchange tool having the modeling equipment and modeling equipment of this example which were constituted as mentioned above is explained. First, actuation of modeling equipment (modeling section 4) is explained. The control input MV outputted from the controller 1 is inputted into a process 2, and the process 2 concerned is controlled by this actuation, and it outputs a controlled variable PV. On the other hand, this control input MV and controlled variable PV are inputted into the response data collection and the editorial department 5 of the modeling section 4.

[0083] It is collected by response data collection and the editorial department 5, and the edited data are automatically inputted into dynamic-model 6b and correction term modeling section 14b by actuation of a control-system designer according to conditions, such as a set-up cycle or the amount of data accumulation. Moreover, the dynamic model of a process 2 is set as adjustable by dynamic-model 6b, and the simulation is made based on the inputted control input MV. False controlled-variable PV' is outputted as a simulation result. This false controlled-variable PV' is inputted into correction term modeling section 14b with the controlled variable PV inputted by response data collection and the editorial department 5.

[0084] a correction term — modeling — the section — 14 — b — an I/O device — eight — since — the correction term of the correlation of the controlled variable PV and false controlled-variable PV' which the required information which is the need, and which contains the dynamic model itself, for example is inputted for presuming a correction term, and correspond serially, and a control input MV to a dynamic model — presuming . It is made using this being equivalent to the input/output relation of a correction term [ in / in the difference of the input/output relation of a process 2, and the input/output relation of a dynamic model / a mathematical model (it corresponds to a transfer function) ]. Moreover, based on the presumed correction term, the correction term modeling section updates the dynamic model of dynamic-model 6b. At this time, there is a problem to which the dimension of a model becomes large only by adding a part for the error of a model type to a dynamic model. Then, generally, the low dimension-ized function of a model is prepared for the modeling section 4, and low dimension-ization of a model type can be performed now if needed. Next, actuation of the control-system design exchange tool 3 which contained the above-mentioned modeling section is explained.

[0085] According to the actuation mentioned above, controlled parameter decision, simulation, etc. are made in the design exchange section 11 and the simulation section 12 using the updated dynamic model. Since other actuation is the same as actuation of the control-system design exchange tool of the 1st example, the explanation is omitted.

[0086] Thus, since the correction term of a dynamic model is presumed by correction term modeling section 14b from a control input MV, a controlled variable PV, and false controlled-variable PV' and it enabled it to correct the dynamic model in dynamic-model 6b on-line in modeling equipment according to this example, a dynamic model can be identified with a still more simply and sufficient precision.

[0087] Moreover, by the ability identifying a dynamic model on-line, the correspondence to change of the dynamic characteristics by implementation of the advanced application approach by combination with techniques, such as model predictor control, and secular change of the component of a plant etc. does not remain only in a control-system design activity, but can demonstrate the effectiveness in all the locations of the control field.

[0088] Moreover, since correction term modeling section 14b is prepared in the control-system design tool 3 which contained the modeling section 4 as mentioned above, and it enabled it to correct a dynamic model on-line in this way according to this example, a control-system design can be performed much more efficiently.

(The 3rd example) Drawing 4 is the block diagram showing the control-system design exchange tool and control system which built in the modeling equipment concerning the 3rd example of this invention, attaches and explains the same sign to the same part as drawing 3 , and states only a part different here to it.

[0089] In drawing 4 , the sequential input of the I/O signal train (a control input MV, controlled variable PV) inputted into the modeling section 4 is carried out through response data collection and edit equipment at dynamic-model 6c and correction term modeling section 14c.

[0090] Moreover, as for the modeling section 4, only dynamic-model 6c and correction term modeling section 14c are prepared. Moreover, since other configurations are the same as the configuration of the 1st example, the explanation is omitted here.

[0091] In addition, the model correction means is constituted by for example, correction term modeling section 14c. Next, actuation of the control-system design exchange tool having the modeling equipment and modeling equipment of this example which were constituted as mentioned above is explained.

[0092] First, actuation of modeling equipment (modeling section 4) is explained. The control input MV outputted from the controller 1 is inputted into a process 2, and the process 2 concerned is controlled by this actuation, and it outputs a controlled variable PV. On the other hand, the sequential input of this control input MV is carried out at dynamic-model 6c, and the sequential input of the controlled variable PV is carried out at correction term modeling section 14c.

[0093] Moreover, the dynamic model of a process 2 is set as adjustable by dynamic-model 6c, and the simulation is

made based on the inputted control input MV. The sequential output of false controlled-variable PV' is carried out as a simulation result. The sequential input of this false controlled-variable PV' is carried out at correction term modeling section 14c with the controlled variable PV inputted by response data collection and the editorial department 5.

[0094] Therefore, the controlled variable PV and false controlled-variable PV' which correspond serially, and a control input MV are serially inputted into correction term modeling section 14c, and the correction term of a dynamic model is automatically presumed like the case where it is the 2nd example.

[0095] Thus, according to the new correction term presumed automatically, correction term modeling section 14c is updated so that the dynamic model of dynamic-model 6c may always become the newest thing.

[0096] Next, since actuation of the control-system design exchange tool 3 which contained the above-mentioned modeling section is the same as actuation of the control-system design exchange tool of the 2nd example, the explanation is omitted. Thus, according to this example, in modeling equipment, take out a control input MV and a controlled variable PV from a control system, and false controlled-variable PV' is taken out by dynamic-model 6c using a control input MV. Presume the correction term of a dynamic model automatically by correction term modeling section 14c from a control input MV, a controlled variable PV, and false controlled-variable PV', and since it was made to carry out renewal of automatic so that it might become the newest thing, the dynamic model in dynamic-model 6c Automation on the real time of the modeling itself [ besides the same effectiveness as the 2nd example ] is realizable.

[0097] Moreover, according to this example, in the control-system design tool 3 which contained the modeling section 4, the same effectiveness as the modeling equipment mentioned above is acquired in this way, and also the same effectiveness as the control-system design tool of the 2nd example can be acquired.

[0098] In addition, although the 1st - the 3rd example explained the case where the modeling section 4 (modeling equipment) was incorporated into the control-system design exchange tool 3, it is not restricted to this and you may use it, building the modeling equipment concerning the 1st - the 3rd example into the device of controller 1 and others.

[0099] Moreover, although online connection of a control system and the control-system design exchange tool 3 was made through the data transmission line in the 1st - the 3rd example, data may be collected using data-logging equipment.

[0100] Furthermore, in the 2nd - the 3rd example, the modeling exchange section may be prepared like the 1st example.

(The 4th example) Drawing 5 is the block diagram showing the control-system design exchange tool and control system which built in the modeling equipment concerning the 4th example of this invention, attaches and explains the same sign to the same part as drawing 1, and states only a part different here to it.

[0101] In drawing 4, I/O device 8 in a control system and a control-system design exchange tool, the design exchange section 11, the simulation section 12, and the controlled parameter setting section 13 are constituted like the 1st example.

[0102] The modeling exchange data extraction section 19 is constituted by the response data collection section 20, the collection data buffer 21, judgment / extract section 22, the extract data storage section 23, and the optimal modeling data selection section 24, collects I/O signals, and extracts data required for modeling exchange.

[0103] The response data collection section 20 is outputted to judgment / extract section 22 while it collects I/O datas, such as a control input MV and a controlled variable PV, and saves these data on real time at the collection data buffer 21.

[0104] In the order of time series, a sequential input is carried out and, as for the collection data buffer 21, collection data can save now the data for fixed time amount. After the data for fixed time amount are saved, the data of the next time zone are again inputted from the head of a buffer, and are overwritten and saved to the data of the last time zone.

[0105] Judgment / extract section 22 saves the extract data concerned in the extract data storage section 23 while it extracts the response data (MV, PV) suitable for modeling exchange from the collection data buffer 21 based on the conditions defined beforehand and sends them out to the modeling exchange section 10.

[0106] The optimal modeling data storage section 23 picks out the optimal modeling data optimal for modeling exchange from the extract data saved in the extract data storage section 23 based on the conditions which made possible ejection of the extract data of arbitration saved in the extract data storage section 23, and were specified as the control-system designer, and sends them out modeling exchange section 10.

[0107] Next, the modeling work habits using the control-system design exchange tool having the actuation of the modeling equipment of this example and this equipment which were constituted as mentioned above are explained. First, the data collected by the response data collection section 20 are saved on real time at a part collection data buffer 21 nearly for fixed time amount, and are sent out to coincidence by judgment / extract section 22.

[0108] In judgment / extract section 22, when judging and carrying out data extraction of whether the data for modeling exchange are extracted from the collection data for between top Norikazu scheduled time, the data for extract time amount T minutes determined on condition that a sampling period etc. are extracted from input data.

[0109] Extract data will be outputted to the modeling exchange section 10, and will be henceforth used for the modeling activity by the control-system designer etc. On the other hand, extract data are saved in the extract data storage section 23, and from these preservation data, the optimal thing is outputted to the modeling exchange section 10 as data for modeling exchange by the selection by the control-system designer, or the conditions which were set up beforehand, and they are used below like \*\*\*\*.

[0110] Here, the data extraction criteria in judgment / extract section 22 are explained. The information how an output signal (controlled variable PV) changes is used for the modeling of the dynamic model of a process to the input signal (control input MV). Therefore, a responded-output signal when an input signal changes above to some extent is required as data.

[0111] For this reason, in this example, as shown in drawing 6, it is judging with the amplitude b of the variation MV of the control input MV within unit time amount, i.e., the control input within inclination a and the extract time amount T. That is, the values A and B with which inclination a and the amplitude b in this time zone buffered are beforehand specified as the control-system designer are received. Inclination a>A of a control input MV — (1a) Amplitude b>B of a control input MV — (1b)

When it \*\*\*\*\*, the extract of the data for modeling exchange is performed.

[0112] In fact, first, judgment / extract section 22 always carries out the monitor of the inclination a of a control input MV, and saves the time of day t1 when inclination a becomes max. Next, when the conditions of a formula (1a) are fulfilled after the data within fixed time amount are collected by the collection data buffer 21, the amplitude b of the control input MV in the range from the time of day t1 to the time of day t2 after the extract time amount T is investigated. And if the amplitude b fulfills the conditions of a formula (1b), judgment / extract section 22 will take out the control input MV and controlled variable PV between time of day t1 – t2 as extract data.

[0113] In addition, although the formula (1a) and the formula (1b) were made into the extraction condition, it is good here only also considering a formula (1a) or a formula (1b) as an extraction condition. On the other hand, the data selection criterion in the optimal modeling data selection section 24 is explained.

[0114] When operation of a plant is performed over a long period of time, the above-mentioned extract data will be saved in large quantities in the extract data storage section 23. A control-system designer investigating all these data one by one, and choosing the optimal thing requires a great effort, and it is inefficient-like.

[0115] So, in the optimal modeling data selection section 24, the conditions for choosing automatically one or more of the optimal data for modeling exchange can be set up now.

[0116] Although this condition changes with the situation of a plant, properties of a process, etc., it can consider a thing like formula (2) – (4) shown below, for example.

Inclination a of a control input MV becomes max. And extract data with which the amplitude b of a control input MV serves as max — (2)

Inclination a=A1 of a control input MV And extract data nearest to amplitude b=B1 of a control input MV — (3)

Inclination a<A3 of the A2< control input MV And amplitude b<B3 of the B-2< control input MV Two or more extract data to fill — (4)

Here, A1, A2, A3, B1, B-2, and B3 are conditions, such as a numeric value which a control-system designer sets up.

[0117] In addition, the various selection conditions as which only inclination a considered the amplitude b besides the formula (2) – the formula (4) can be considered. Next, modeling work habits are explained using the flow Fig. of drawing 7.

[0118] First, the control input MV and the controlled variable PV from a process 2 which were outputted from the controller 1 which carries out entailment of the dynamic model of a process are collected and buffered by the response data collection section 20 (ST11).

[0119] next, the response data with which conditions were filled are extracted from collection data, and it saves — having — \*\*\*\* — this extract data — as it is — or it is chosen and is sent out to the modeling exchange section 10 (ST12). In addition, data extraction by steps ST11 and ST12 and preservation are performed continuously.

[0120] The extract data sent out to the modeling exchange section 10 are used as data for modeling exchange, a transfer function is identified (ST13), and a controlled parameter is determined (ST14).

[0121] Furthermore, evaluation by simulation is made (ST15) and it is estimated by the real process (ST16). In each phase of steps ST14–ST16, if there is need, return and re-implementation of each activity will be performed to a front step.

[0122] A dynamic model is corrected as mentioned above and it optimizes. Thus, since judgment / extract section 22 extracts as extract data when the control input MV which was taken out from the control system according to this example, and a controlled variable PV are once saved as time series data at the collection data buffer 21 and these time series data fulfill fixed conditions, and this was sent out to the modeling exchange section 10, a control-system designer can perform modeling efficiently about a controlled system, using these extract data as data for modeling exchange.

[0123] Thus, since the above-mentioned fixed conditions are sorting out automatically the I / O data from a controlled system, only useful information can be taken out in the plant operation over a long period of time, and the effort which a control-system designer's data editing etc. takes can be reduced sharply.

[0124] Moreover, according to this example, extract data are saved in the extract data storage section 23 in this way. Since the data which suit most the conditions set up beforehand are taken out as optimal modeling data and this was sent out to the modeling exchange section 10 by the optimal modeling selection section 24 from these preservation data A control-system designer can perform modeling much more efficiently about a controlled system, using this optimal modeling data as data for modeling exchange.

[0125] Moreover, it can choose from operation of a prolonged plant automatically on the conditions by which the data which fit modeling most were able to be provided beforehand, and the effort which a control-system designer's data editing etc. takes can be reduced further.

[0126] Furthermore, since data can be chosen from the operation over a long period of time, a dynamic model is easily correctable, if this invention is used even when there is change of the dynamic characteristics by secular change of the component of a plant etc.

[0127] If even each above-mentioned setups are appropriately set up by the expert, those who are not well versed in a control theory can also treat the equipment of this example, and can be engaged in a control-system design activity further again.

[0128] In addition, since the point of the extract data storage section 23 is limited, as compared with the extract data from which the optimal data of the past which suits the optimum conditions shown in formula (2) – (4) etc. were newly extracted, it leaves only data with more high compatibility, and you may make it always save only the optimal data in the extract data storage section 23 by the optimal modeling data selection section 24 as a modification of this example.

[0129] If it does in this way, the data which finally fit modeling most can be taken out from the performance data (trend data) of a further prolonged plant besides the above-mentioned effectiveness.

(The 5th example) Drawing 8 is the block diagram showing the control-system design exchange tool and control system which built in the modeling equipment concerning the 5th example of this invention, attaches and explains the same sign to the same part as drawing 1 and drawing 3, and states only a part different here to it.

[0130] In the modeling equipment of the 2nd example shown in drawing 3, the modeling exchange data extraction section 19 which replaces with response data collection and the editorial department 5, and is shown in the 4th example is used for the modeling equipment of this example.

[0131] In this modeling equipment, each data (MV3, PV3) chosen by each data (MV2, PV2) or the optimal modeling data selection section 24 extracted by judgment / exchange section 22 of the modeling exchange data extraction section 19 is inputted into dynamic-model 6b and correction term modeling section 14b, and a dynamic model is updated.

[0132] Thus, since the modeling exchange data extraction section 19 which replaces with response data collection and the editorial department 5, and has the same configuration as the 4th example in the equipment which has the same configuration as the 2nd example was used according to this example The same effectiveness as the modeling equipment of the 2nd example and the 4th example is acquired, and also according to the extraction condition of judgment / extract section 22, the optimum conditions of the optimal modeling data selection section 24, etc. The data suitable for optimization of modeling can be automatically chosen within the limits of conditions, and automatic identification of a transfer function can be performed.

[0133] Moreover, while the automatic extracting of the data over a long period of time, selection, and automatic identification of a transfer function are possible and a control-system designer's effort can decrease sharply, it can respond also to change of the dynamic characteristics by secular change of a plant.

(The 6th example) Drawing 9 is the block diagram showing the control unit and control system concerning the 6th example of this invention, attaches and explains the same sign to the same part as drawing 4, and states only a part different here to it.

[0134] The control system consists of the control unit 15 which outputs a control input MV (input signal train) to desired value SV, the process 2 which outputs a controlled variable PV (output-signal train) to a control input MV and the supervisory equipment which is not illustrated in addition to this, the data transmission line, etc. in drawing 9.

[0135] The model predictor-control control section 17 which a control device 15 has the dynamic model 16 ( $G''(S)$ ) which can be updated inside, and outputs a control input MV to desired value SV, 6d of dynamic models as which a control input MV is inputted into online through the transmission line which is not illustrated. It is based on the timing which had the dynamic model 16 ( $G''(S)$ ) in 14d of correction term modeling sections into which a controlled variable PV is inputted similarly, and the model predictor-control control section 17 set up. It is constituted by the renewal timing section of a model replaced with dynamic-model  $G'$  in 6d of dynamic models currently corrected ]' ( $S$ ).

[0136] Here, since the configuration of 6d of dynamic models and 14d of correction term modeling sections is the same as that of the thing of the 3rd example, the explanation is omitted. Moreover, the model predictor-control control section 17 is a controller for performing model predictor control, such as Smith's dead-time control, non-interfering control, MAC (Model Algorithmic Control), or DMC (dynamic Matrix Control).

[0137] in addition, a I / O data collection means — 6d of dynamic models, and 14d of for example, a part of correction term modeling sections — it is constituted by the function and the dynamic model is constituted by 6d of dynamic models. Moreover, the renewal means of a model is constituted by 14d of correction term modeling sections, and the renewal timing section 18 of a model.

[0138] Next, actuation of the control unit of this example constituted as mentioned above is explained. First, the control input MV outputted from the model predictor-control control 17 is inputted into a process 2, and the process 2 concerned is controlled by this actuation, and it outputs a controlled variable PV. On the other hand, this control input MV is inputted into 6d of dynamic models, and a controlled variable PV is inputted into 14d of correction term modeling sections.

[0139] Hereafter, 6d of dynamic models and 14d of correction term modeling sections operate like the case of the 3rd example, and newest dynamic-model  $G'(S)$  according to the situation of a process 2 is set to 6d of dynamic models.

[0140] Next, according to the conditions set up beforehand or decision actuation of an operator, the renewal timing section 18 of a model updates the dynamic model 16 ( $G''(S)$ ) in the model predictor-control control section 17,

and inputs dynamic-model GL in 6d of dynamic models ] ' (S).

[0141] Henceforth, the model predictor-control control section 17 controls a process 2 using a dynamic model 16 (G" (S)) until there is renewal of the following dynamic model. Therefore, model predictor control of the controlled system is carried out by the dynamic model nearest to the real model of a controlled system at the time.

[0142] Thus, according to this example, in a control device, have the dynamic model which can be updated to model predictor control, take out a control input MV and a controlled variable PV from a control system, and false controlled-variable PV' is taken out by 6d of dynamic models using a control input MV. The correction term of a dynamic model is automatically presumed in 14d of correction term modeling sections from a control input MV, a controlled variable PV, and false controlled-variable PV'. The automatic correction of the dynamic model in 6d of dynamic models is made so that it may become the newest thing. Furthermore, since it enabled it to update the dynamic model 16 (G" (S)) in the model predictor-control control section 17 using the dynamic model in 6d of dynamic models Even if it can obtain easily the exact dynamic model for model predictor control and the dynamic model of a plant may change, it can respond and stable exact control can be performed.

[0143] In addition, in this invention, as long as the dynamic model of a process 2 is used for the model predictor-control control section 17 regardless of the thing of the format illustrated by this example, it may be the thing of what kind of format.

[0144] Furthermore, although the modeling exchange data extraction section 19 was applied to the renewal of dynamic model type modeling equipment equipment of the 2nd example in the 5th example, in this invention, application of modeling exchange data extraction equipment is not restricted to this, and the application to the dynamic-model evaluation type modeling equipment of the 1st example, the control unit of the model prediction mold of the 6th example, etc. is also possible for it.

[0145]

[Effect of the Invention] As a full account was given above, according to this invention, the modeling equipment which performs evaluation or amendment with the online of the dynamic model in the process of a plant etc. can be offered.

[0146] Moreover, the modeling equipment into which the response data for making identification of the dynamic model in the process of a plant etc. and the decision of a controlled parameter are efficiently edited through a help can be offered.

[0147] Furthermore, the control device which is serially amended by the on-going process in the dynamic model used in the control device which performs model predictor control and in which a dynamic model and updating are possible can be offered.

[Translation done.]

#### \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

##### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The block diagram showing the control-system design exchange tool and control system which built in the modeling equipment concerning the 1st example of this invention.

[Drawing 2] The flow Fig. showing the procedure of the activity of the control-system design by the example of this invention.

[Drawing 3] The block diagram showing the control-system design exchange tool and control system which built in the modeling equipment concerning the 2nd example of this invention.

[Drawing 4] The block diagram showing the control-system design exchange tool and control system which built in the modeling equipment concerning the 3rd example of this invention.

[Drawing 5] The block diagram showing the control-system design exchange tool and control system which built in the modeling equipment concerning the 4th example of this invention.

[Drawing 6] The flow Fig. showing the work habits when correcting the transfer function in this 4th example etc.

[Drawing 7] The flow Fig. showing the procedure of the activity of the control-system design by the example of this invention.

[Drawing 8] The block diagram showing the control-system design exchange tool and control system which built in the modeling equipment concerning the 5th example of this invention.

[Drawing 9] The block diagram showing the control-system design exchange tool and control system which built in

the modeling equipment concerning the 6th example of this invention.

[Drawing 10] The flow Fig. showing the procedure of the activity of the conventional control-system design.

[Drawing 11] The flow Fig. showing the conventional work habits when correcting a transfer function etc.

[Drawing 12] The block diagram showing a conventional control-system design exchange tool and a conventional control system.

[Description of Notations]

3 -- A control-system design exchange tool, 4 -- The modeling section, 5 -- Response data collection and the editorial department, 6, 6b, 6c, 6d [ -- Correction term modeling section, ] -- A dynamic model, 7 -- A comparator, 9 -- The evaluation section, 14b, 14c, 14d 15 -- A control device, 17 -- The model predictor-control control section, 18 -- Renewal timing section of a model, 19 [ -- Judgment / extract section, 23 / -- The extract data storage section, 24 / -- Optimal modeling data selection section. ] -- Modeling exchange data extraction, 20 -- The response data collection section, 21 -- A collection data buffer, 22

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP1 are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

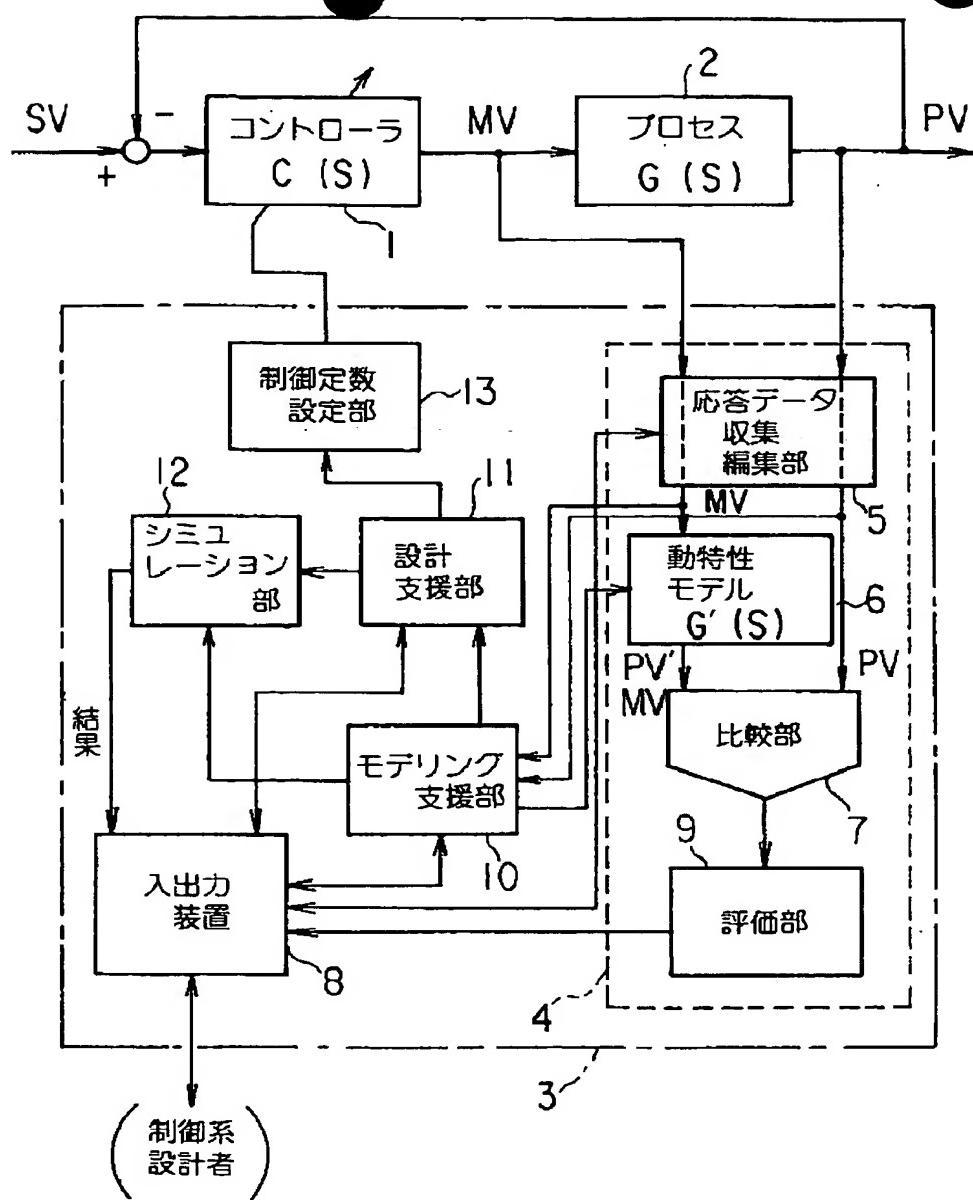
3.In the drawings, any words are not translated.

---

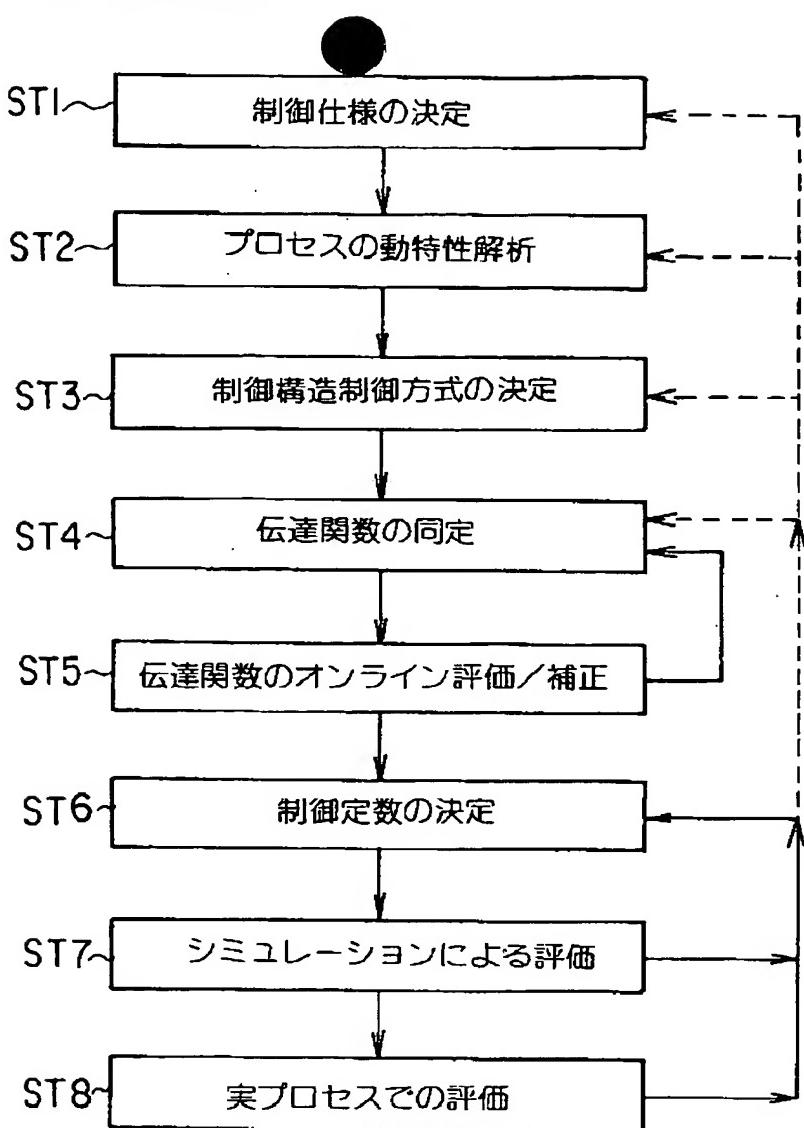
DRAWINGS

---

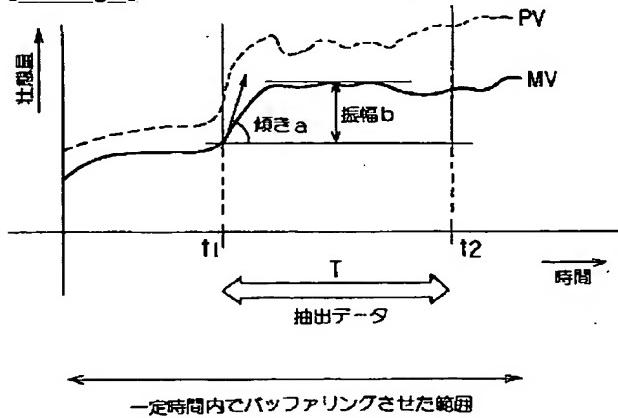
[Drawing 1]



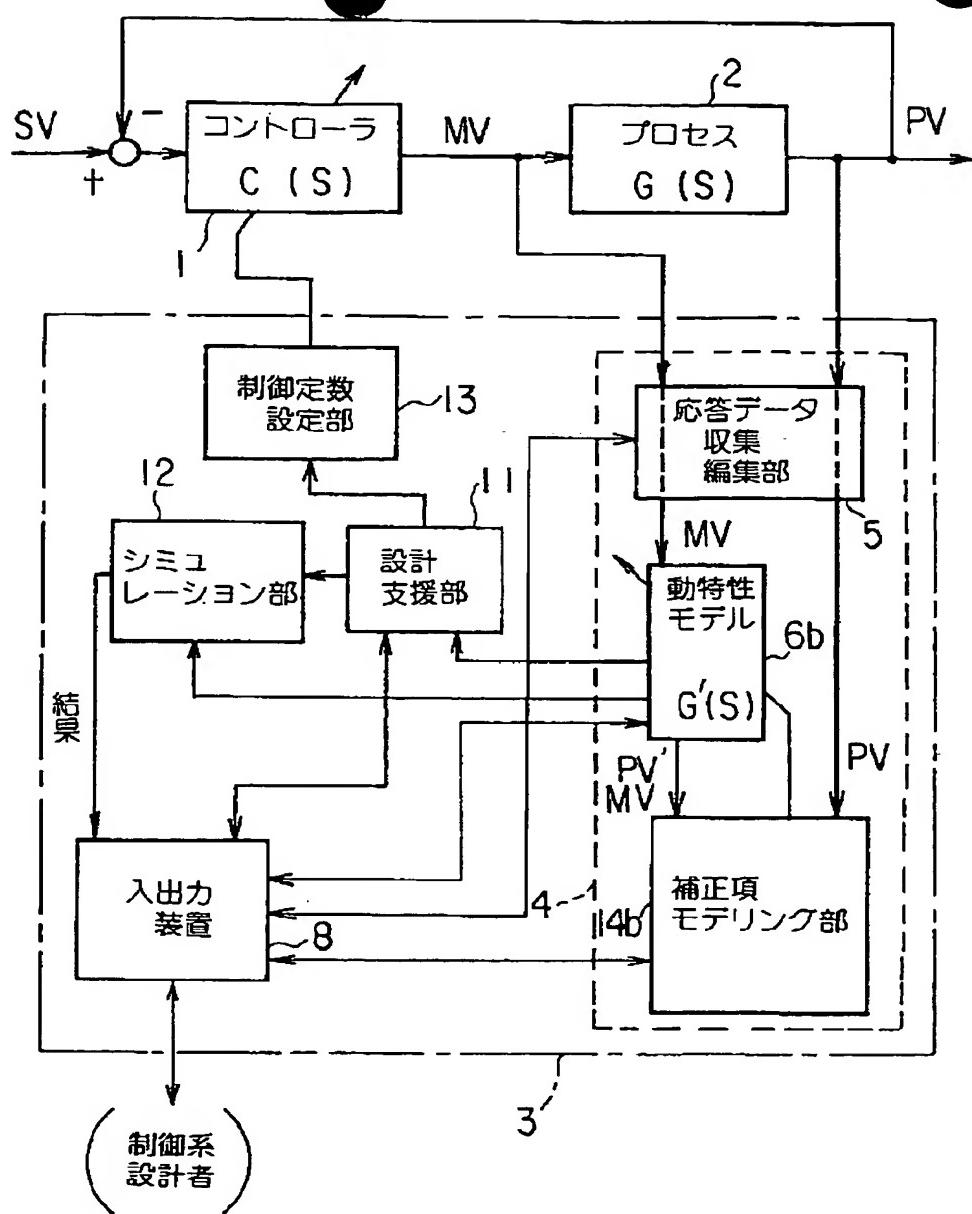
[Drawing 2]



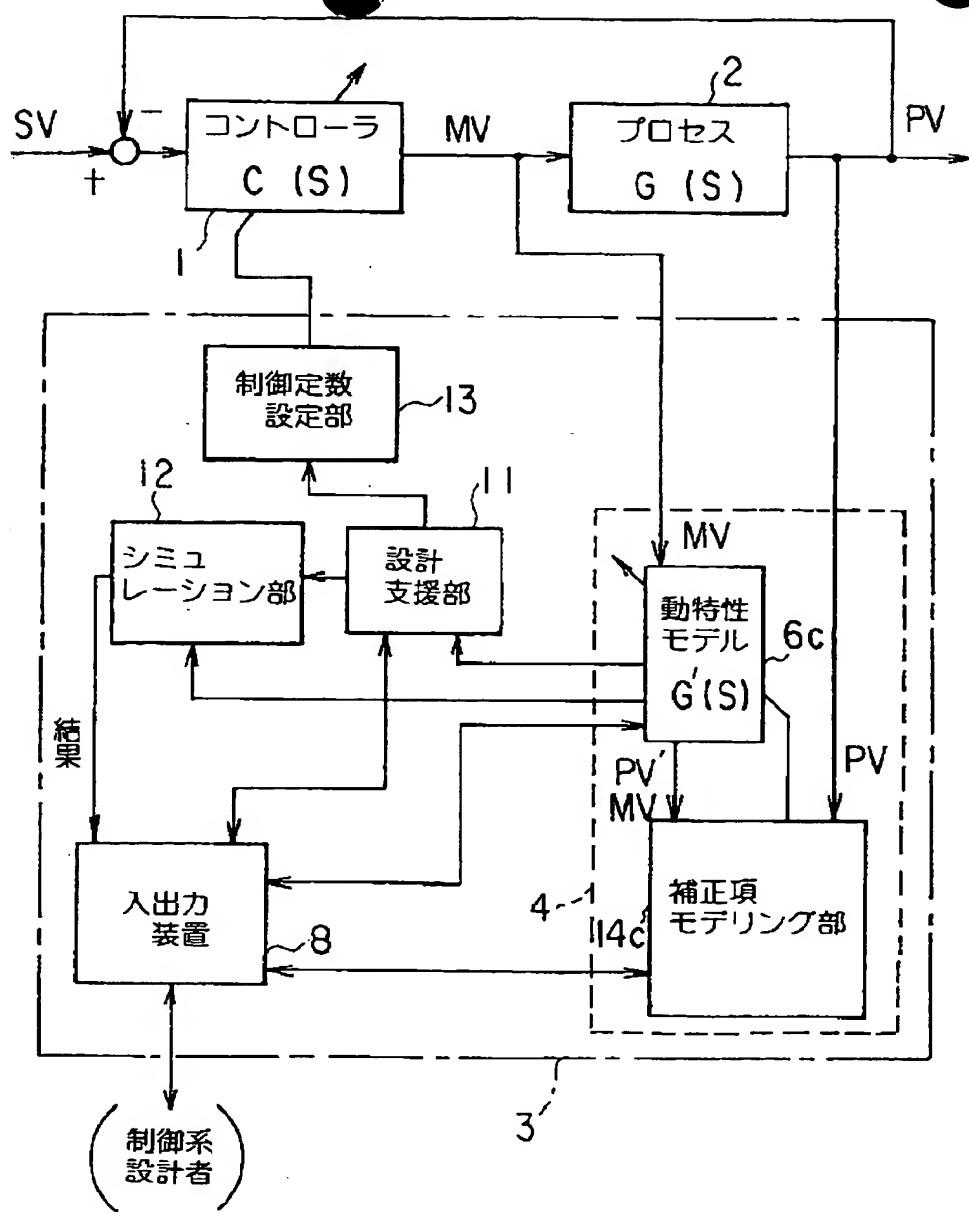
[Drawing 6]



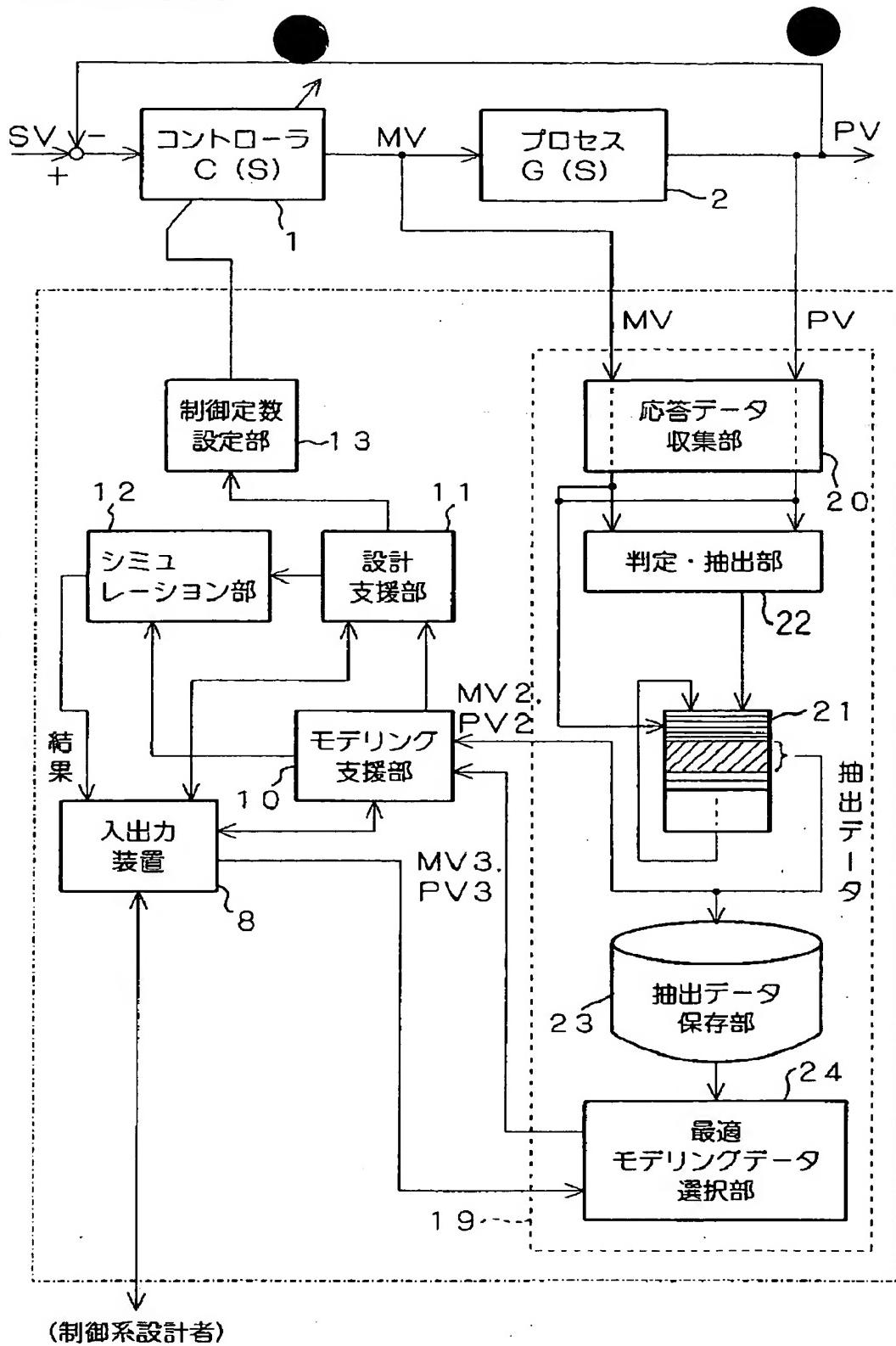
[Drawing 3]



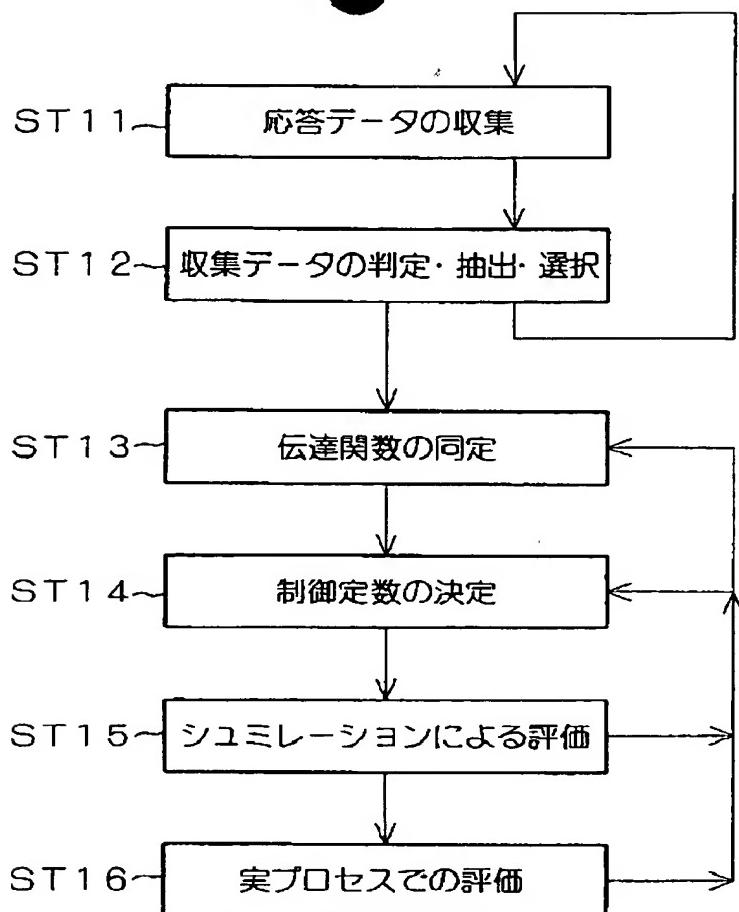
[Drawing 4]



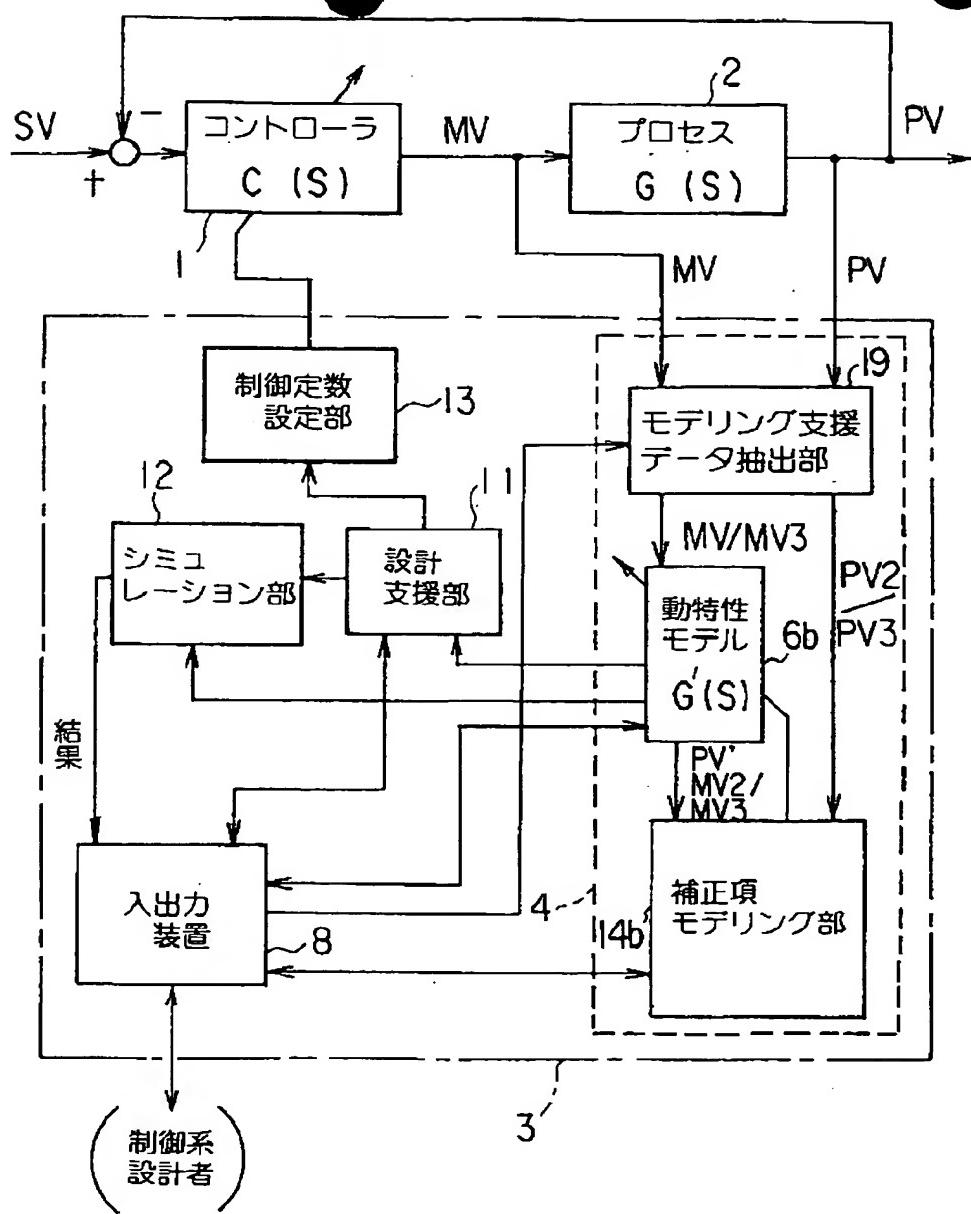
[Drawing 5]



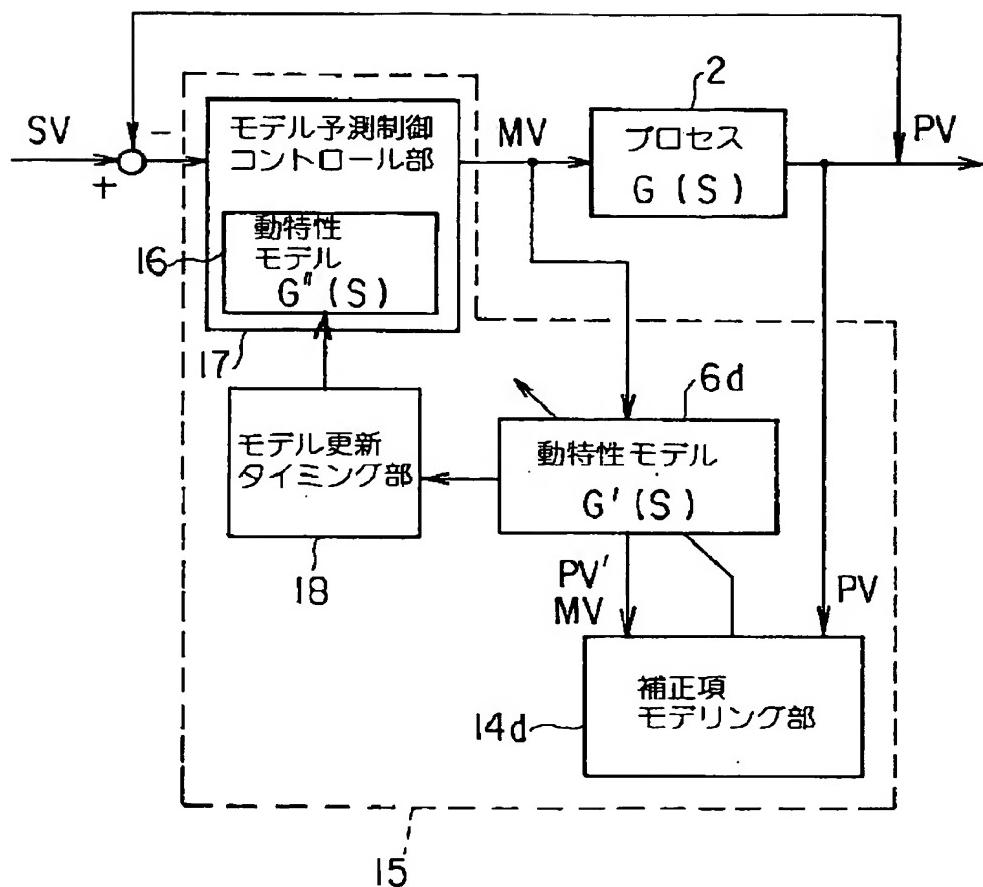
[Drawing 7]



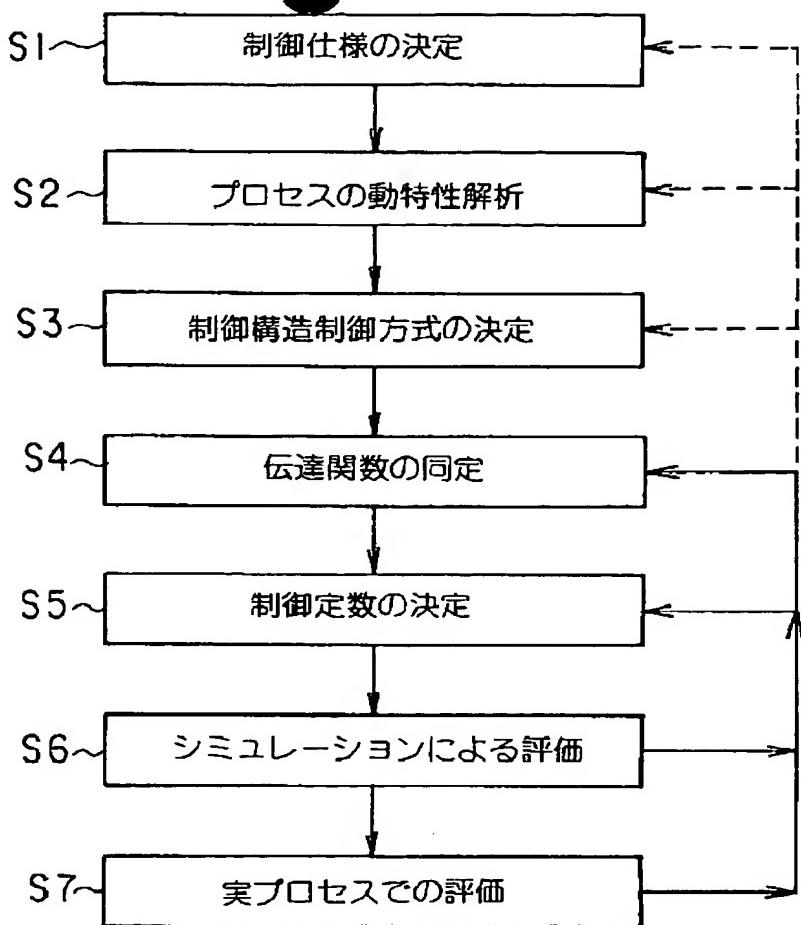
[Drawing 8]



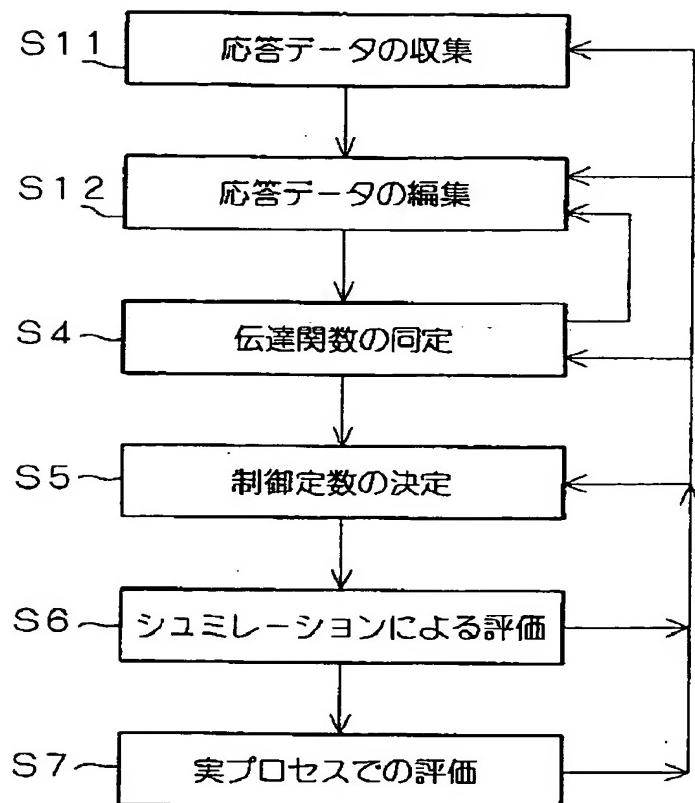
[Drawing 9]



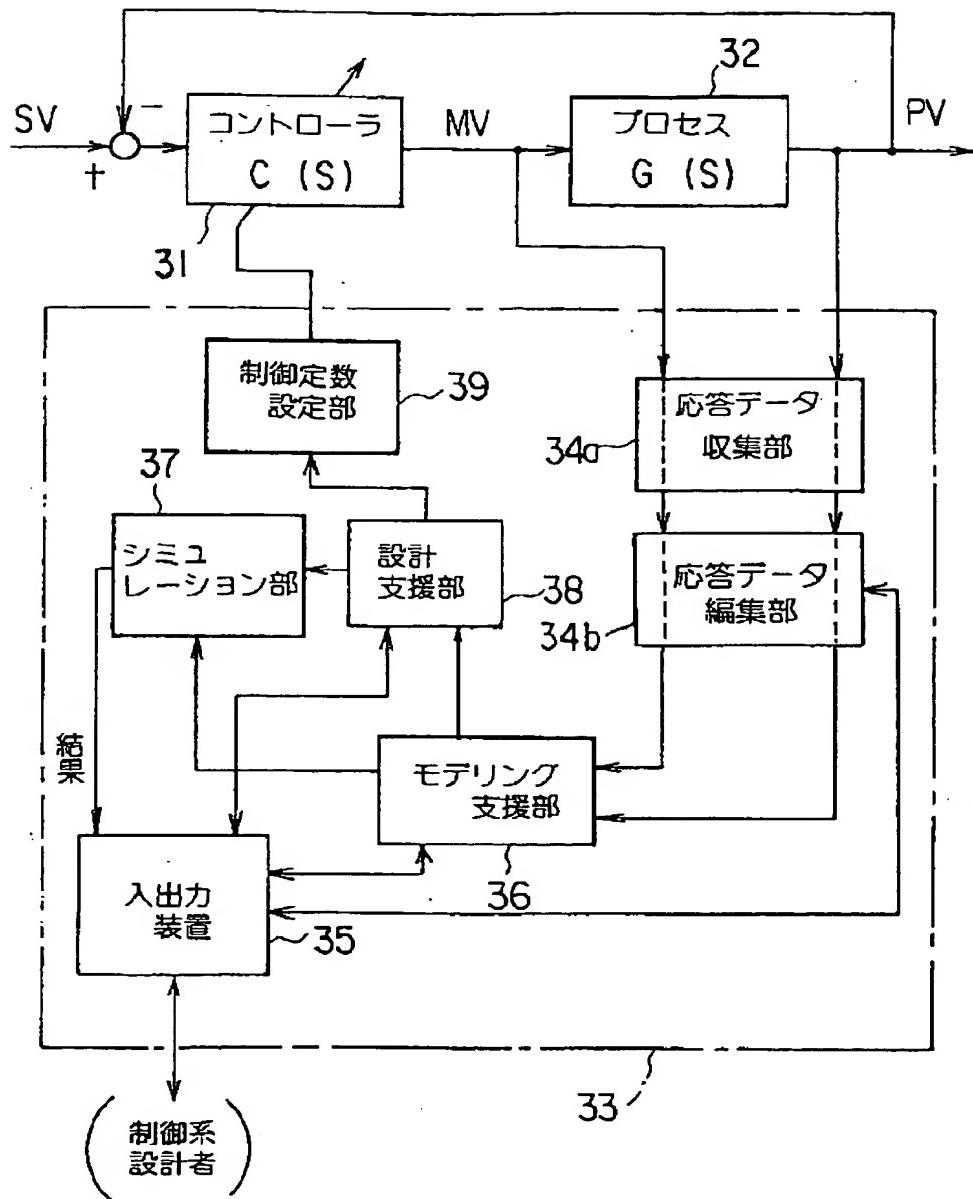
[Drawing\_10]



[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-137508

(43)公開日 平成8年(1996)5月31日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 05 B 13/02  
13/04

識別記号

府内整理番号  
D 9131-3H  
9131-3H

F I

技術表示箇所

(21)出願番号 特願平7-38215

(22)出願日 平成7年(1995)2月27日

(31)優先権主張番号 特願平6-220676

(32)優先日 平6(1994)9月14日

(33)優先権主張国 日本 (JP)

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 24 頁)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 梶原 繁

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中工場内

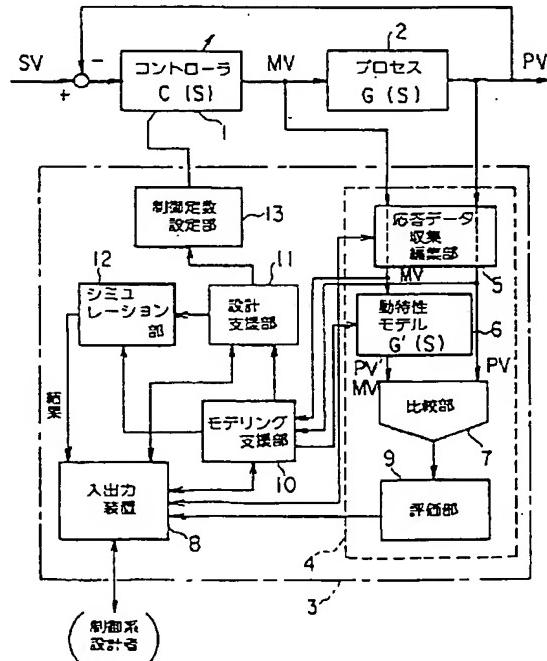
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 モデリング装置および制御装置

(57)【要約】

【目的】 制御プロセスにおける動特性モデルのオンラインでの評価または補正をするモデリング装置およびモデル予測制御の制御装置を提供する。

【構成】 プロセスコントローラ1と制御対象2となる制御プロセス系に接続され、制御対象2に対する入出力データを収集する入出力データ収集手段5と、制御対象2をモデル化した伝達関数からなり、入出力データ収集手段5にて収集された入力データが印加されると、伝達関数により得られる出力データを出力する動特性モデル6と、入出力データ収集手段5にて収集された出力データと動特性モデル6から出力された出力データとを比較照合することによって動特性モデルを評価する比較評価手段7、9とを設けたモデリング装置。



1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 プロセスコントローラと制御対象とからなる制御プロセス系に接続され、前記制御対象に対する入出力データを収集データとして収集する入出力データ収集手段と、

前記制御対象をモデル化した伝達関数からなり、前記入出力データ収集手段にて収集されたデータの内の入力収集データが印加されると、前記伝達関数により得られる出力演算データを出力する動特性モデルと、

前記入出力データ収集手段にて収集されたデータの内の出力収集データと前記動特性モデルから出力された出力演算データとを比較照合することによって前記動特性モデルを評価する比較評価手段とを備えたことを特徴とするモデリング装置。

【請求項2】 プロセスコントローラと制御対象とからなる制御プロセス系に接続され、前記制御対象に対する入出力データを収集データとして収集する入出力データ収集手段と、

前記制御対象をモデル化した伝達関数からなり、前記入出力データ収集手段にて収集されたデータの内の入力収集データが印加されると、前記伝達関数により得られる出力演算データを出力する動特性モデルと、

少なくとも、前記入出力データ収集手段にて収集されたデータの内の出力収集データと前記動特性モデルから出力された出力演算データとが入力され、両出力データ間の相互関係に基づいて前記動特性モデルの伝達関数を修正するモデル修正手段とを備えたことを特徴とするモデリング装置。

【請求項3】 プロセスコントローラと制御対象とからなる制御プロセス系に接続され、前記プロセスコントローラから前記制御対象へ送出する操作データを、前記制御対象をモデル化した伝達関数に入力収集データとして順次取り込んで、前記伝達関数により得られる出力演算データを順次出力する動特性モデルと、

少なくとも、前記制御対象から順次出力されている各出力収集データと、前記動特性モデルから順次出力されている各出力演算データとの間の相関関係に基づいて前記動特性モデルの伝達関数を順次修正していくモデル修正手段とを備えたことを特徴とするモデリング装置。

【請求項4】 制御対象に対する入出力データに基づき、前記制御対象の動特性モデルのモデリングを行うモデリング装置において、

プロセスコントローラと前記制御対象とからなる制御プロセス系に接続され、前記制御対象に対する入出力データを順次収集する入出力データ収集手段と、

この入出力データ収集手段により順次収集される一定時間分の入出力データを時系列データとして記憶するバッファ手段と、

前記一定時間分の時系列データが予め設定された抽出条件を満たしたとき、この抽出条件に基づき前記一定時間

10

20

30

40

40

50

分の時系列データの全部又は一部を抽出データとして抽出する判定抽出手段とを備え、前記抽出データを用いて前記モデリングを行うことを特徴とするモデリング装置。

【請求項5】 請求項4記載のモデリング装置において、

前記制御対象をモデル化した伝達関数からなり、前記判定抽出手段にて抽出された抽出データが印加されると、前記伝達関数により得られる出力演算データを出力する動特性モデルと、

少なくとも、前記判定抽出手段にて抽出された抽出データと前記動特性モデルから出力された出力演算データとが入力され、両データ間の相互関係に基づいて前記動特性モデルの伝達関数を修正するモデル修正手段とを備えたことを特徴とするモデリング装置。

【請求項6】 制御対象に対する入出力データに基づき、前記制御対象の動特性モデルのモデリングを行うモデリング装置において、

プロセスコントローラと制御対象とからなる制御プロセス系に接続され、前記制御対象に対する入出力データを順次収集する入出力データ収集手段と、

この入出力データ収集手段により順次収集される一定時間分の入出力データを時系列データとして記憶するバッファ手段と、

前記一定時間分の時系列データが予め設定された抽出条件を満たしたとき、この抽出条件に基づき前記一定時間分の時系列データの全部又は一部を抽出データとして抽出する判定抽出手段とこの判定抽出手段によって抽出された抽出データを保存する抽出データ保存手段と、この抽出データ保存手段に保存された抽出データから、予め設定された選択条件を満たす抽出データを最適データとして選択する最適データ選択手段とを備え、前記最適データを用いて前記モデリングを行うことを特徴とするモデリング装置。

【請求項7】 請求項6記載のモデリング装置において、

前記制御対象をモデル化した伝達関数からなり、前記最適データ選択手段にて選択された最適データが印加されると、前記伝達関数により得られる出力演算データを出力する動特性モデルと、

少なくとも、前記最適データ選択手段にて選択された最適データと前記動特性モデルから出力された出力演算データとが入力され、両データ間の相互関係に基づいて前記動特性モデルの伝達関数を修正するモデル修正手段とを備えたことを特徴とするモデリング装置。

【請求項8】 制御対象に対する入出力データに基づき、前記制御対象の動特性モデルのモデリングを行うモデリング装置において、

プロセスコントローラと制御対象とからなる制御プロセス系に接続され、前記制御対象に対する入出力データを

順次収集する入出力データ収集手段と、この入出力データ収集手段により順次収集される一定時間分の入出力データを時系列データとして記憶するバッファ手段と、このバッファ手段に記憶された時系列データの全部又は一部が、予め定められた取出条件を基に最適データとして保存されている最適データ記憶手段と、この最適データ記憶手段に保存されている最適データと前記時系列データとを比較し、前記時系列データが前記最適データよりも予め定められた選択条件に適合する場合に、前記予め定められた取出条件に基づいて前記時系列データの全部又は一部を新たな最適データとして前記最適データ記憶手段に保存する最適データ判定部とを備え、前記最適データを用いて前記モデリングを行うことを特徴とするモデリング装置。

【請求項9】 制御対象の動特性モデルが内蔵されたモデル予測制御用のコントローラを含む制御装置において、プロセスコントローラと制御対象とからなる制御プロセス系に接続され、前記プロセスコントローラから前記制御対象へ送出する操作データを、前記制御対象をモデル化した伝達関数に入力収集データとして取り込んで、前記伝達関数により得られる出力演算データを出力する動特性モデルと、少なくとも、前記制御対象から出力されている各出力演算データと、前記動特性モデルから出力されている各出力収集データとの間の相関関係に基づいて前記動特性モデルの伝達関数を修正していくモデル修正手段と、前記モデル修正手段内の修正された伝達関数を用いて、前記モデル予測制御用のコントローラ内の動特性モデルを更新するモデル更新手段とを備えたことを特徴とする制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、プロセス制御において、対象プラントからの入出力情報をもとに制御対象の動特性を同定するモデリング装置またはこのモデリング装置を利用した装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、プラントの省力化・省エネルギー化への要求が高まり、プラントを効率よく運転するための技術に高い関心が集まっている。制御対象とコントローラとで構成される制御系を最適な状態にするためには、コントローラに設定するパラメータを最適にする必要がある。そのための制御系設計および制御方式としては、様々な方式が考案されている。ただし、そのほとんどに共通していることは、制御対象の動特性の把握が不可欠となっていることである。

【0003】 プロセスの動特性を解析するために、広い意味で動特性モデルを求めることが、モデル化の一つである。

伝達関数の推定（同定）も、モデリングの一種であり、通常、制御系設計において、モデリングというと具体的には伝達関数（すなわち、動特性モデル）を求める指している。

【0004】 このモデリング作業は、制御系設計作業の中で重要な位置を占め、また最も時間を要する部分である。プラントの最適運転の実現のためには、プロセスのモデル化、ひいては動特性モデルの同定は避けて通ることのできない重要な作業となっている。

【0005】 対象プロセスをモデル化し、さらに動特性モデルを求めるには、以下の2つのアプローチがある。

## (A) 物理モデリング

プロセスの構造や各種の定数、動き、反応を支配する物理法則からプロセスのモデル化を行い、ひいては動特性モデルを組み立てる方法

これは、予測精度の良いモデルを得るのは困難であるが、大まかな動きの傾向を広い条件に渡り再現できる定性的モデルを得ることができる。

## (B) 数式モデリング

プロセスの入出力応答に適合するようにパラメータを決定し、伝達関数を求める方法。

【0006】 上述したモデリングは、制御系設計における伝達関数の同定をするために用いられる。図10に、従来の制御系を設計するときの手順を示す。まず、制御仕様が決定され（ステップS1）、次にプロセスの動特性が解析される（ステップS2）。そして、制御構造、制御方式が決定され（ステップS3）、伝達関数が同定される（ステップS4）。

【0007】 ここで、モデリングは、最終的な結果物としてステップS4の同定された伝達関数を得るためにおこなわれているが、上述したようにそのアプローチの仕方は様々であり、広義にはステップS1～S4の作業すべてを含むし、アプローチの仕方によってはステップ4のみの場合もある。何れにしても、正しく同定された伝達関数は、逆にたどって、正しい制御仕様、動特性、制御構造等（S1～S3）を反映している。

【0008】 伝達関数の同定後、制御定数の決定（単に「設計」ともいう）がなされ（ステップS5）、シミュレーションによる評価がなされた（ステップS6）後、実プロセスに投入され評価される（ステップS7）。

【0009】 さらに、各作業にて求められた制御対象のモデル、および、設計した制御定数をステップ6のシミュレーションまたはステップ7の実プロセスにおいて評価し、不満足な結果であった場合、問題があると思われるステップに戻し、作業をやり直す。この作業は、満足する結果が得られるまで繰り返されるので、試行錯誤により最適値が決定されることになる。

【0010】 このようにして、一旦、同定された伝達関数、設計された制御定数等は、プラントの本格的な稼働の前に、あるいは、実プロセスに投入された後、さら

に、応答データが収集されて、修正される場合も多い。

【0011】図11は、伝達関数等を修正するときの従来の作業手順を示すフロー図である。図11においては、実プロセスに適用された動特性モデルに基づく、プロセスの応答データが、収集される(S11)。

【0012】この収集データは、制御系設計者の判断により、必要なデータのみが取り出され、また、編集されて(S12)、以下、上述した場合と同様に伝達関数の同定、評価等(S4~7S)の各作業が行われて、最適値が決定されることになる。

【0013】なお、このとき制御系設計者による編集作業が不適切であると、ステップS12とステップS4とを繰り返すことになる。このような試行錯誤による制御系設計作業の効率及び精度向上のため、従来からモデリングを補助する機能を含む制御系設計支援ツールが用いられている。

【0014】図12は、従来の制御系設計支援ツールの構成図である。コントローラ31には目標値SVとプロセス32の動作状態を示す制御量PVとの偏差量(SV-PV)が入力される。コントローラ31は、この偏差量(SV-PV)に対して所定の制御演算を実行して、演算結果を操作量MVとしてプロセス32に送出する。

【0015】このとき、制御系に対し、制御系支援ツール33が接続されており、コントローラ31からの操作量MVとプロセス32からの制御量PVが応答データ収集部34aに入力されている。

【0016】次に、応答データ収集部34aに収集されたデータについて、制御系設計者は、入出力装置35を介して応答データ編集部34bを用い、収集データの編集作業を行う。制御系設計者はさらに、モデリング支援部36を用い、モデリングを行って伝達関数を同定する。

【0017】同定された伝達関数は、シミュレーション部37でそのままシミュレーションされるか、さらに制御系設計者が設計支援部38を用いて制御定数を修正した後にシミュレーション部37でシミュレーションされる。その結果は、再び入出力装置35を通じて制御系設計者に示されて評価される。

【0018】一方、制御定数が修正された場合、これをコントローラ31に設定するために制御定数設定部39が付加され、必要に応じて、コントローラ31の制御定数が再設定される。

【0019】以上のように、動特性モデルを求めるることはプラントプロセスの制御系設計の上で必要不可欠であるが、近年、動特性モデルを制御定数の決定(すなわち設計)等に用いるだけでなく、動特性モデルそのものをコントローラに取り込んで、制御を行うモデル予測制御と呼ばれる制御手法が用いられるようになっている。

【0020】モデル予測制御とは、プラントの動特性モデルをその制御アルゴリズムの内部に持ち、現時点より

将来のプラントの変動を過去のプラントへの操作量から予測し、制御量が目標値になるように現時点以降の操作量を決定するものである。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】上記したモデリングあるいは設計支援ツールのモデリング部(装置)、応答データの収集・編集部、また、モデル予測制御の制御装置には以下に掲げるような問題点がある。

10 【0022】まず、物理モデリングによるプロセスのモデル化には物理的、制御的な専門知識を多く必要とする上、多大な時間と労力をも必要とする。さらに、導出された物理的なモデルには、適切な評価・補正をする手段がない。

【0023】次に、試験信号による数式モデリングにおいて、ステップ応答の測定は容易である半面、無定位系、不安定系では測定ができない。また、運転状態に入ったプラントでは、ステップ応答を測定できないという問題点がある。また、M系列信号を入力するためには専用の装置を必要とし、コスト高となる。

20 【0024】さらに、時系列モデルによる数式モデリングにおいて、例えば制御系設計支援ツールを用いてモデリングすることが考えられるが、プラントが定常運転に入ると応答パターンが乏しくなってくるので、その入出力応答データから動特性モデルを同定するのは困難となってくる。したがって、これを補うためにモデリング作業を頻繁におこなうことで最適化を図っていかなければならない。しかし、従来の制御系設計支援ツールでは、モデリングを制御系設計者が行わなければならない。したがって、このように試行錯誤的で頻繁なモデリングは、制御系設計者の負担を著しく増大させることになり、また最適化された動特性モデル導出のための所用時間は非常に長いものになるので、事実上実行困難である。

30 【0025】したがって、比較的安定な系のプラントであれば、その特性把握なしに、経験値を用い、結果を評価することもなく制御定数を使用することもあり、問題となっている。

40 【0026】また、このようなモデリングを行うために、大量の収集データを編集する必要がある。例えば上述したように、定常運転に入った状態では、応答パターンが乏しく特に大量のデータを処理する必要を生じるので、この編集作業のみでも多大な労力を要することになる。

【0027】一方、モデル予測制御においては、その動特性モデルの正確さと適応性が制御性のよさを決めることがある。しかし、上述したように従来の方法、装置では正確な動特性モデルを求めるのは、多大な労力と時間を要するという問題がある。

50 【0028】さらに、プロセスの動特性は、プラントを運転させている間に変わってしまうことがあり、このよ

うなことが起こると、モデル予測制御においては著しく制御性を悪化させてしまうことになる。

【0029】本発明は、このような状況を鑑みてなされたもので、第1の目的は、プラント等のプロセスにおける動特性モデルのオンラインでの評価または補正を行うモーデリング装置を提供することにある。

【0030】第2の目的は、プラント等のプロセスにおける動特性モデルの同定及び制御定数の決定を行うための応答データを、人手を介すことなく効率的に編集するモーデリング装置を提供することにある。

【0031】第3の目的は、モデル予測制御を行う制御装置において使用する動特性モデルを、進行中のプロセスによって逐次補正される動特性モデルと更新可能な制御装置を提供することにある。

#### 【0032】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1に対応する発明は、プロセスコントローラと制御対象とからなる制御プロセス系に接続され、制御対象に対する入出力データを収集データとして収集する入出力データ収集手段と、制御対象をモデル化した伝達関数からなり、入出力データ収集手段にて収集されたデータの内の入力収集データが印加されると、伝達関数により得られる出力演算データを出力する動特性モデルと、入出力データ収集手段にて収集されたデータの内の出力収集データと動特性モデルから出力された出力演算データとを比較照合することによって動特性モデルを評価する比較評価手段とを設けたモーデリング装置である。

【0033】また、請求項2に対応する発明は、プロセスコントローラと制御対象とからなる制御プロセス系に接続され、制御対象に対する入出力データを収集データとして収集する入出力データ収集手段と、制御対象をモデル化した伝達関数からなり、入出力データ収集手段にて収集されたデータの内の入力収集データが印加されると、伝達関数により得られる出力演算データを出力する動特性モデルと、少なくとも、入出力データ収集手段にて収集されたデータの内の出力収集データと動特性モデルから出力された出力演算データとが入力され、両出力データ間の相互関係に基づいて動特性モデルの伝達関数を修正するモデル修正手段とを設けたモーデリング装置である。

【0034】さらに、請求項3に対応する発明は、プロセスコントローラと制御対象とからなる制御プロセス系に接続され、プロセスコントローラから制御対象へ送出する操作データを、制御対象をモデル化した伝達関数に入力収集データとして順次取り込んで、伝達関数により得られる出力演算データを順次出力する動特性モデルと、少なくとも、制御対象から順次出力されている各出力収集データと、動特性モデルから順次出力されている各出力演算データとの間の相関関係に基づいて動特性モデルの伝達関数を順次修正していくモデル修正手段とを

設けたモーデリング装置である。

【0035】さらにまた、請求項4に対応する発明は、制御対象に対する入出力データに基づき、制御対象の動特性モデルのモーデリングを行うモーデリング装置において、プロセスコントローラと制御対象とからなる制御プロセス系に接続され、制御対象に対する入出力データを順次収集する入出力データ収集手段と、この入出力データ収集手段により順次収集される一定時間分の入出力データを時系列データとして記憶するバッファ手段と、一定時間分の時系列データが予め設定された抽出条件を満たしたとき、この抽出条件に基づき一定時間分の時系列データの全部又は一部を抽出データとして抽出する判定抽出手段とを備え、抽出データを用いてモーデリングを行うモーデリング装置である。

【0036】一方、請求項5に対応する発明は、請求項4に対応する発明において、制御対象をモデル化した伝達関数からなり、判定抽出手段にて抽出された抽出データが印加されると、伝達関数により得られる出力演算データを出力する動特性モデルと、少なくとも、判定抽出手段にて抽出された抽出データと動特性モデルから出力された出力演算データとが入力され、両データ間の相互関係に基づいて動特性モデルの伝達関数を修正するモデル修正手段とを備えたモーデリング装置である。

【0037】また、請求項6に対応する発明は、制御対象に対する入出力データに基づき、制御対象の動特性モデルのモーデリングを行うモーデリング装置において、プロセスコントローラと制御対象とからなる制御プロセス系に接続され、制御対象に対する入出力データを順次収集する入出力データ収集手段と、この入出力データ収集手段により順次収集される一定時間分の入出力データを時系列データとして記憶するバッファ手段と、一定時間分の時系列データが予め設定された抽出条件を満たしたとき、この抽出条件に基づき一定時間分の時系列データの全部又は一部を抽出データとして抽出する判定抽出手段とこの判定抽出手段によって抽出された抽出データを保存する抽出データ保存手段と、この抽出データ保存手段に保存された抽出データから、予め設定された選択条件を満たす抽出データを最適データとして選択する最適データ選択手段とを備え、最適データを用いてモーデリングを行うモーデリング装置である。

【0038】さらに、請求項7に対応する発明は、請求項6に対応する発明において、制御対象をモデル化した伝達関数からなり、最適データ選択手段にて選択された最適データが印加されると、伝達関数により得られる出力演算データを出力する動特性モデルと、少なくとも、最適データ選択手段にて選択された最適データと動特性モデルから出力された出力演算データとが入力され、両データ間の相互関係に基づいて動特性モデルの伝達関数を修正するモデル修正手段とを備えたモーデリング装置である。

【0039】さらに、請求項8に対応する発明は、制御対象に対する入出力データに基づき、制御対象の動特性モデルのモデリングを行うモデリング装置において、プロセスコントローラと制御対象とからなる制御プロセス系に接続され、制御対象に対する入出力データを順次収集する入出力データ収集手段と、この入出力データ収集手段により順次収集される一定時間分の入出力データを時系列データとして記憶するバッファ手段と、このバッファ手段に記憶された時系列データの全部又は一部が、予め定められた取出条件を基に最適データとして保存されている最適データ記憶手段と、この最適データ記憶手段に保存されている最適データと時系列データとを比較し、時系列データが最適データよりも予め定められた選択条件に適合する場合に、予め定められた取出条件に基づいて時系列データの全部又は一部を新たな最適データとして最適データ記憶手段に保存する最適データ判定部とを備え、最適データを用いてモデリングを行うモデリング装置である。

【0040】一方、請求項9に対応する発明は、制御対象の動特性モデルが内蔵されたモデル予測制御用のコントローラを含む制御装置において、プロセスコントローラと制御対象とからなる制御プロセス系に接続され、プロセスコントローラから制御対象へ送出する操作データを、制御対象をモデル化した伝達関数に入力収集データとして取り込んで、伝達関数により得られる出力演算データを出力する動特性モデルと、少なくとも、制御対象から出力されている各出力収集データと、動特性モデルから出力されている各出力演算データとの間の相関関係に基づいて動特性モデルの伝達関数を修正していくモデル修正手段と、モデル修正手段内の修正された伝達関数を用いて、モデル予測制御用のコントローラ内の動特性モデルを更新するモデル更新手段とを設けた制御装置である。

#### 【0041】

【作用】従って、まず、請求項1に対応する発明のモデリング装置においては、入出力データ収集手段によって、操作量などの入力収集データと制御量などの出力収集データが収集データとして収集され、蓄積される。

【0042】次に、動特性モデルに入力収集データが印加されると当該制御対象の伝達関数すなわち動特性モデルにしたがって、出力演算データすなわち疑似的な制御量が出力される。

【0043】そして、比較評価手段によって、例えばプロセスからの制御量と動特性モデルから得られた疑似的な制御量の差を取ることにより比較がおこなわれ、評価がされる。

【0044】また、請求項2に対応する発明のモデリング装置においては、入出力データ収集手段によって、操作量などの入力収集データと制御量などの出力収集データが収集データとして収集され、蓄積される。

【0045】次に、動特性モデルに入力収集データが印加されると当該制御対象の伝達関数すなわち動特性モデルにしたがって、出力演算データすなわち疑似的な制御量が出力される。

【0046】そして、モデル修正手段によって、プロセスからの制御量と動特性モデルから得られた疑似的な制御量との相関関係から動特性モデル内の当該制御対象の伝達関数が修正される。

【0047】さらにまた、請求項3に対応する発明のモデリング装置においては、動特性モデルによって、プロセスコントローラから制御対象に送出された操作データが入力収集データとして順次取り込まれ、さらに、当該制御対象の伝達関数すなわち動特性モデルにしたがって、出力演算データすなわち疑似的な制御量が順次出力される。

【0048】次にモデル修正手段によって、前記制御対象から順次出力されている出力収集データすなわち制御量と動特性モデルから順次出力されている出力演算データすなわち疑似的な制御量との相関関係から動特性モデル内の当該制御対象の伝達関数が順次修正される。

【0049】一方、請求項4に対応する発明のモデリング装置においては、入出力データ収集手段によって、操作量などの入力収集データと制御量などの出力収集データが順次収集される。

【0050】次に、これらの入出力データは時系列データとして、バッファ手段に一定時間分ほど保存される。一方、この一定時間分の時系列データが予め設定された抽出条件を満足するとき、判定抽出手段によって、全部又はその一部が抽出データとして抽出される。

【0051】したがって、制御系設計者は、この抽出データをモデリング支援用データとして用い、当該制御対象についてモデリングを行うことができる。上記装置においては、制御対象からの入出力データを上記抽出条件により自動的に選別しているので、長期間に渡るプラント操業において有用な情報のみを取り出すことができ、制御系設計者の労力を大幅に低減することができる。

【0052】また、請求項5に対応する発明のモデリング装置においては、請求項2に対応する発明における入出力データ収集手段として、請求項4に対応する発明を用いている。

【0053】したがって、自動的に予め設定された抽出条件に適合するデータのみが動特性モデル等への入力収集データとして用いられ、効率的にモデリングの最適化が図られる。

【0054】さらに、請求項6に対応する発明のモデリング装置においては、請求項4に対応する発明と同様に作用する他、判定抽出手段に出力された抽出データが抽出データ保存手段に保存されている。

【0055】そして、最適データ選択手段によって、保存された抽出データのうち、予め設定された選択条件を

11

満たすデータが最適データとして選択されている。したがって、制御系設計者は、この最適データをモデリング支援用データとして用い、当該制御対象についてモデリングを行うことができる。

【0056】さらにまた、請求項7に対応する発明のモデリング装置においては、請求項2に対応する発明における入出力データ収集手段として、請求項6に対応する発明を用いている。

【0057】したがって、自動的に予め設定された選択条件に適合するデータのみが動特性モデル等への入力収集データとして用いられ、より効率的にモデリングの最適化が図られる。

【0058】一方、請求項8に対応する発明のモデリング装置においては、入出力データ収集手段によって、操作量などの入力収集データと制御量などの出力収集データが順次収集される。

【0059】次に、これらの入出力データは時系列データとして、バッファ手段に一定時間分ほど保存される。一方、このバッファ手段から取り出したデータを保存する最適データ記憶手段が設けられている。

【0060】また、最適データ判定部によって、最適データ記憶手段には、選択条件に最も適合するデータが保存されている。つまり、最適データ判定部は、上記時系列データと最適データとを比較し、時系列データが選択条件に当該最適データより適合する場合、取出条件に基づいて時系列データの一部を取り出し、これを新たな最適データとして更新する。

【0061】したがって、制御系設計者は、この最適データをモデリング支援用データとして用い、当該制御対象についてモデリングを行うことができる。また、請求項9に対応する発明の制御装置においては、動特性モデルによって、プロセスコントローラから制御対象に送出された操作データが入力収集データとして取り込まれ、さらに、当該制御対象の伝達関数すなわち動特性モデルにしたがって、出力演算データすなわち疑似的な制御量が送出される。

【0062】次にモデル修正手段によって、前記制御対象から出力されている出力収集データすなわち制御量と動特性モデルから出力されている出力演算データすなわち疑似的な制御量との相関関係から動特性モデル内の当該制御対象の伝達関数が修正される。

【0063】また、モデル予測制御用のコントローラには制御対象の動特性モデルが内蔵されており、この動特性モデルに基づいてモデル予測制御用のコントローラは制御対象を制御している。そこで、モデル更新手段は、モデル修正手段内の伝達関数を用いてモデル予測制御用のコントローラ内の動特性モデルを更新する。したがって、制御対象は、その時点で最も制御対象の実モデルに近い動特性モデルによってモデル予測制御される。

【0064】

12

【実施例】以下、本発明の実施例について、図面を用いて説明する。

(第1実施例) 図1は、本発明の第1実施例に係るモデリング装置を内蔵した制御系設計支援ツールおよび制御系を示す構成図である。

【0065】図1において、制御系は、目標値SVに対して操作量MV(入力信号列)を出力するコントローラ1と、操作量MVに対して制御量PV(出力信号列)を出力するプロセス2とその他図示しない監視装置、データ伝送路等とからなっている。

【0066】また、制御系には制御系設計支援ツール3が接続され、制御系から操作量MVおよび制御量PVがオンラインで制御系設計支援ツール3内のモデリング部4(すなわち本実施例のモデリング装置)に入力されている。

【0067】モデリング部4は、入力された操作量MVおよび制御量PVが収集され、予め定められた規則に従ってあるいは制御系設計者の操作によって収集データを編集し、出力する応答データ収集・編集部5と、プロセス2の動特性モデルG'(S)が設定され、応答データ収集・編集部5からの操作量MVを受けて疑似的な制御量PV'を出力する動特性モデル6と、制御量PVと疑似的な制御量PV'を比較する比較部7と、比較部7の結果を評価し入出力装置8に出力する評価部9とによって構成されている。

【0068】さらに、制御系設計支援ツール3は、モデリング部4からの操作量MVおよび制御量PVが入力され、かつ、入出力装置8を通じて制御系設計者がモデリングするのを支援するモデリング支援部10と、モデリング支援部10によりモデリングされた新たな動特性モデルを用いて制御系設計者が制御定数を修正するのを支援する設計支援部11と、モデリング支援部10および設計支援部11で得られた動特性モデル(伝達関数)およびまたは制御定数からシミュレーションを行い、その結果を入出力装置8を通じて制御系設計者に示すシミュレーション部12と、設計支援部11によって修正された制御定数をコントローラ1に設定する制御定数設定部13とによって構成されている。

【0069】なお、入出力データ収集手段は、例えば応答データ収集・編集部5によって構成されており、比較評価手段は、例えば比較部7および評価部9によって構成されている。

【0070】次に、以上のように構成された本実施例のモデリング装置およびモデリング装置を内蔵した制御系設計支援ツールの動作について説明する。まず、モデリング装置(モデリング部4)の動作を説明する。コントローラ1より出力された操作量MVはプロセス2に入力され、当該プロセス2はこの操作によって制御されて制御量PVを出力する。一方、この操作量MVおよび制御量PVはモデリング部4の応答データ収集・編集部5に

入力される。

【0071】応答データ収集・編集部5に収集され、入出力装置8を介して制御系設計者に編集されたデータは、設定されたサイクルまたはデータ蓄積量等の条件にしたがって自動的に、または、制御系設計者の操作によって、動特性モデル6および比較部7に入力される。動特性モデル6には、プロセス2の動特性モデルが設定されており、入力された操作量MVにもとづいてシミュレートがなされる。また、動特性モデル6に設定されている動特性モデルは、コントローラ1に用いられている動特性モデル、その他モデリング支援部10等でモデリングされた動特性モデルである。そのシミュレート結果として疑似制御量PV'が出力される。この疑似制御量PV'は、応答データ収集・編集部5より入力される制御量PVと共に比較部7に入力される。

【0072】比較部7で比較されたプロセス2における実際の制御量PVと操作量MVにもとづいて計算された疑似制御量PV'は、さらに、評価部9で評価され、入出力装置8を通じて制御系設計者に示される。評価方法としては、制御量PVおよび疑似制御量PV'等の信号列(時系列)データをトレンドグラフとして重ね表示させるなどの方法がある。

【0073】次に、上記モデリング部を内蔵した制御系設計支援ツール3の動作について説明する。まず、制御系設計者は、モデリング支援部10にて、モデリング部4の応答データ収集・編集部5よりの応答データをもとに、対象プロセスを数式のモデル(すなわち伝達関数; 動特性モデル)として表すためのモデリングを実行する。また、本実施例においては、モデリング部3の動特性モデル6に設定された動特性モデルの評価を参考しながら作業を進めることができるので、非常に効率的にモデリングをすることができる。

【0074】次に、モデリング支援部10で作成された動特性モデル(すなわち伝達関数)は、そのままシミュレーション部10においてシミュレートされ、その結果を入出力装置8を通じて、制御系設計者に示される。あるいは、作成された数式モデル(伝達関数)に基づいて、最適な制御系を構成するためにコントローラで制御演算を実行する際の制御定数(すなわち制御パラメータ、例えばPID制御であれば、P、I、Dパラメータ)が設計支援部11において修正(決定)される。さらに動特性モデルおよび制御定数はシミュレーション部12においてシミュレートされ、その結果を入出力装置8を通じて、制御系設計者に示される。

【0075】また、場合によっては、設計支援部11によって設計された制御定数が、制御定数設定部13により図示しないデータ伝送路を経由してオンラインでコントローラ1に設定される。

【0076】このように本実施例によれば、モデリング装置において、制御系から操作量MVと制御量PVを取

りだし、操作量MVを用いて動特性モデル6でさらに疑似制御量PV'を取り出して、評価できるようにしたので、簡単にかつ精度よく動特性モデルを同定することができる。また、上記効果と相俟って同定された動特性モデルを広い動作条件に渡り再現できるような定性的モデルへと修正していくことが容易となる。したがって、物理モデルを導出しておけば、これの微調整および補正機能を実現することができる。さらに、制御理論に精通しないユーザ(制御系設計者)であっても、制御系設計を行なうことが可能となる。

【0077】例えば本実施例のモデリング装置を用いることで、プラント等におけるプロセス制御の制御系設計のフローは図2に示すステップST1～ステップST8の通りとなる。つまり、図6に示される従来の制御系設計のフローでは、モデリング結果を直接に評価・補正する機能(すなわち図2、ST5の伝達関数のオンライン評価)を持たないため、シミュレーションおよび実プロセスの評価(図6のS6、S7)の実施後に再モデリング(図6のS1～S4)を実施している。これに対して本実施例ではモデリング(図2、ST4)後、ただちにモデル結果を、オンラインにて評価・修正することが可能となる(図2、ST4、ST5)。このため従来のようにかなり前まで戻りをするような作業の仕方をする必要がなく、従来に比べ非常に効率的に制御系設計を行うことができるようになる。

【0078】また、このように本実施例によれば、モデリング部4を内蔵した制御系設計ツール3において、上述したモデリング装置と同様な効果が得られる他、モデリング部4でされた動特性モデルの評価に基づいてモデリングをし、さらにモデリングした動特性モデルをモデリング部4でまた評価することができるので、効率よく制御系設計を行うことができる。また、これらの再モデリング、制御定数の修正に基づいて、オンラインにコントローラ1の制御定数を修正し、プロセス2に対する制御性を向上させることができる。

(第2実施例) 図3は、本発明の第2実施例に係るモデリング装置を内蔵した制御系設計支援ツールおよび制御系を示す構成図であり、図1と同一部分には同一符号を付して説明し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

【0079】図3において、設計支援部11またはシミュレーション部12にて、制御定数の決定またはシミュレーションを行う対象となる動特性モデルは、モデリング部4で得られる動特性モデル6bを用いる。

【0080】また、モデリング部4は、応答データ収集・編集部5と、動特性モデル6bと、制御量PVと疑似的な制御量PV'が入力され、これらの信号の相関関係から動特性モデルの補正項を推定し、その推定結果から動特性モデル6bの動特性モデルを補正する補正項モダリング部14bとによって構成されている。

15

【0081】なお、入出力データ収集手段は、例えば応答データ収集・編集部5によって構成されており、モデル修正手段は、例えば補正項モデリング部14bによって構成されている。

【0082】次に、以上のように構成された本実施例のモデリング装置およびモデリング装置を内蔵した制御系設計支援ツールの動作について説明する。まず、モデリング装置（モデリング部4）の動作を説明する。コントローラ1より出力された操作量MVはプロセス2に入力され、当該プロセス2はこの操作によって制御されて制御量PVを出力する。一方、この操作量MVおよび制御量PVはモデリング部4の応答データ収集・編集部5に入力される。

【0083】応答データ収集・編集部5に収集され、編集されたデータは、設定されたサイクルまたはデータ蓄積量等の条件にしたがって自動的に、または、制御系設計者の操作によって、動特性モデル6bおよび補正項モデリング部14bに入力される。また、動特性モデル6bには、プロセス2の動特性モデルが可変に設定されており、入力された操作量MVにもとづいてシミュレートがなされている。シミュレート結果として疑似制御量PV'が出力される。この疑似制御量PV'は、応答データ収集・編集部5より入力される制御量PVと共に、補正項モデリング部14bに入力される。

【0084】補正項モデリング部14bは、入出力装置8にから補正項を推定するに必要な例えば動特性モデル自体を含む必要な情報が入力されており、時系列的に対応する制御量PVと疑似制御量PV'の操作量MVとの相関関係から動特性モデルの補正項を推定する。これは、プロセス2の入出力関係と動特性モデルの入出力関係との差分が、数式モデル（伝達関数に対応）における補正項の入出力関係に相当することを利用してなされている。また、推定された補正項に基づいて、補正項モデリング部は動特性モデル6bの動特性モデルを更新する。このとき、モデル式の誤差分を動特性モデルに追加しただけでは、モデルの次元が大きくなってしまう問題がある。そこで、一般的に、モデルの低次元化機能がモデリング部4に準備されており、必要に応じ、モデル式の低次元化が行えるようになっている。次に、上記モデリング部を内蔵した制御系設計支援ツール3の動作について説明する。

【0085】上述した動作にしたがって、更新された動特性モデルを用いて、設計支援部11、シミュレーション部12において、制御定数決定、シミュレーション等がなされる。その他の動作は、第1実施例の制御系設計支援ツールの動作と同様であるので、その説明を省略する。

【0086】このように本実施例によれば、モデリング装置において、補正項モデリング部14bで操作量MV、制御量PV、疑似制御量PV'から動特性モデルの

16

補正項を推定し、動特性モデル6b内の動特性モデルをオンラインで修正できるようにしたので、より一層簡単にかつ精度よく動特性モデルを同定することができる。

【0087】また、オンラインで動特性モデルを同定できることにより、モデル予測制御等の技術との組み合わせによる高度な応用方法の実現、プラントの構成要素の経年変化による動特性の変化への対応など、制御系設計作業のみにとどまらず制御分野のあらゆる場所においてその効果を発揮できる。

【0088】また、このように本実施例によれば、モデリング部4を内蔵した制御系設計ツール3において、上述したように補正項モデリング部14bを設けて、動特性モデルをオンラインで修正できるようにしたので、より一層効率よく制御系設計を行うことができる。

（第3実施例）図4は、本発明の第3実施例に係るモデリング装置を内蔵した制御系設計支援ツールおよび制御系を示す構成図であり、図3と同一部分には同一符号を付して説明し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

【0089】図4において、モデリング部4に入力された入出力信号列（操作量MV、制御量PV）は、応答データ収集・編集装置を介すことなく、動特性モデル6cおよび補正項モデリング部14cに順次入力される。

【0090】また、モデリング部4は、動特性モデル6cと、補正項モデリング部14cのみが設けられている。また、その他の構成は第1実施例の構成と同じなので、ここではその説明を省略する。

【0091】なお、モデル修正手段は、例えば補正項モデリング部14cによって構成されている。次に、以上のように構成された本実施例のモデリング装置およびモデリング装置を内蔵した制御系設計支援ツールの動作について説明する。

【0092】まず、モデリング装置（モデリング部4）の動作を説明する。コントローラ1より出力された操作量MVはプロセス2に入力され、当該プロセス2はこの操作によって制御されて制御量PVを出力する。一方、この操作量MVは動特性モデル6cに順次入力され、制御量PVは補正項モデリング部14cに順次入力される。

【0093】また、動特性モデル6cには、プロセス2の動特性モデルが可変に設定されており、入力された操作量MVにもとづいてシミュレートがなされている。シミュレート結果として疑似制御量PV'が順次出力される。この疑似制御量PV'は、応答データ収集・編集部5より入力される制御量PVと共に、補正項モデリング部14cに順次入力される。

【0094】したがって、補正項モデリング部14cには、時系列的に対応する制御量PVと疑似制御量PV'の操作量MVが逐次入力されており、第2実施例の場合と同様に動特性モデルの補正項を自動的に推定する。

17

【0095】このように自動的に推定された新たな補正項によって、補正項モデリング部14cは動特性モデル6cの動特性モデルが常に最新のものとなるように更新する。

【0096】次に、上記モデリング部を内蔵した制御系設計支援ツール3の動作は、第2実施例の制御系設計支援ツールの動作と同様であるので、その説明を省略する。このように本実施例によれば、モデリング装置において、制御系から操作量MVと制御量PVを取りだし、操作量MVを用いて動特性モデル6cで疑似制御量PV'を取り出して、補正項モデリング部14cで操作量MV、制御量PV、疑似制御量PV'から動特性モデルの補正項を自動的に推定し、動特性モデル6c内の動特性モデルを最新のものになるように自動更新するようにしたので、第2実施例と同様な効果の他、モデリング自体のリアルタイムでの自動化を実現できる。

【0097】また、このように本実施例によれば、モデリング部4を内蔵した制御系設計ツール3において、上述したモデリング装置と同様な効果が得られる他、第2実施例の制御系設計ツールと同様な効果を得ることができる。

【0098】なお、第1～第3実施例では、モデリング部4(モデリング装置)を制御系設計支援ツール3の中に組み込んだ場合を説明したが、これに限られるものではなく、第1～第3実施例に係るモデリング装置をコントローラ1その他の機器に組み込んで使用しても構わない。

【0099】また、第1～第3実施例では制御系と制御系設計支援ツール3をデータ伝送路を通じてオンライン接続したが、データロギング装置を用いてデータを収集しても構わない。

【0100】さらに、第2～第3実施例において、第1実施例と同様にモデリング支援部を設けても構わない。

(第4実施例) 図5は、本発明の第4実施例に係るモデリング装置を内蔵した制御系設計支援ツールおよび制御系を示す構成図であり、図1と同一部分には同一符号を付して説明し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

【0101】図4において、制御系及び制御系設計支援ツール内の入出力装置8、設計支援部11、シミュレーション部12、制御定数設定部13は、第1実施例と同様に構成されている。

【0102】モデリング支援データ抽出部19は、応答データ収集部20と、収集データバッファ21と、判定・抽出部22と、抽出データ保存部23と、最適モデリングデータ選択部24とによって構成されており、入出力信号を収集し、モデリング支援に必要なデータを抽出する。

【0103】応答データ収集部20は、操作量MV及び制御量PV等の入出力データを収集し、これらデータを

18

リアルタイムで収集データバッファ21に保存すると共に、判定・抽出部22に出力する。

【0104】収集データバッファ21は、収集データが時系列順に順次入力され、一定時間分のデータを保存できるようになっている。一定時間分のデータが保存された後、次の時間帯のデータが再びバッファの先頭から入力され、前の時間帯のデータに上書きされて保存されるようになっている。

【0105】判定・抽出部22は、予め定められた条件に基づいて、収集データバッファ21からモデリング支援に適する応答データ(MV, PV)を抽出し、モデリング支援部10に送出すると共に、当該抽出データを抽出データ保存部23に保存する。

【0106】最適モデリングデータ保存部23は、抽出データ保存部23に保存された任意の抽出データを取り出し可能とし、かつ、制御系設計者に指定された条件に基づいて、抽出データ保存部23に保存された抽出データからモデリング支援のために最適な最適モデリングデータを取り出してモデリング支援部10送出する。

【0107】次に、以上のように構成された本実施例のモデリング装置の動作及び同装置を内蔵する制御系設計支援ツールを用いたモデリング作業手順について説明する。まず、応答データ収集部20に収集されたデータは、一定時間分ほど収集データバッファ21にリアルタイムで保存され、同時に判定・抽出部22に送出される。

【0108】判定・抽出部22では、入力データから上記一定時間分の収集データからモデリング支援用のデータを抽出するかを判断し、データ抽出する場合は、サンプリング周期等の条件で決定される抽出時間T分のデータが抽出される。

【0109】抽出データは、モデリング支援部10に出力され、以降、制御系設計者によるモデリング作業等に用いられることになる。一方、抽出データは、抽出データ保存部23に保存され、制御系設計者による選択により、あるいは、予め設定された条件により、これらの保存データから最適なものがモデリング支援用データとしてモデリング支援部10に出力され、以下上述と同様に使用される。

【0110】ここで、判定・抽出部22におけるデータ抽出基準について説明する。プロセスの動特性モデルのモデリングには、入力信号(操作量MV)に対して、出力信号(制御量PV)がどのように変化するかという情報を用いている。したがって、データとして、入力信号がある程度以上変化したときの応答出力信号が必要である。

【0111】このため、本実施例では、図6に示すように、単位時間内の操作量MVの変化量すなわち傾きβと抽出時間T内の操作量MVの振幅δとにより判定を行っている。すなわちバッファリングされている今回の時間

19

常における傾き  $a$  と振幅  $b$  が制御系設計者に予め指定さ \*

操作量MVの傾き  $a > A$

操作量MVの振幅  $b > B$

を満たしたときに、モデリング支援用データの抽出が行われる。

【0112】 実際には、まず、判定・抽出部22は、操作量MVの傾き  $a$  を常にモニタし、傾き  $a$  が最大となる時刻  $t_1$  を保存しておく。次に、一定時間内のデータが収集データバッファ21に収集された後、式(1a)の条件が満たされる場合は、時刻  $t_1$  から抽出時間T後の時刻  $t_2$ までの範囲における操作量MVの振幅  $b$  を調べる。そして、振幅  $b$  が式(1b)の条件を満たせば、判定・抽出部22は、時刻  $t_1 \sim t_2$  間の操作量MV、制御量PVを抽出データとして取り出すことになる。

【0113】 なお、ここでは、式(1a)かつ式(1b)を抽出条件としたが、式(1a)のみ、あるいは式(1b)のみを抽出条件としてもよい。一方、最適モデ

操作量MVの傾き  $a$  が最大となり、

かつ、操作量MVの振幅  $b$  が最大となる抽出データ … (2)

操作量MVの傾き  $a = A_1$ 、

かつ、操作量MVの振幅  $b = B_1$  に最も近い抽出データ … (3)

$A_2 <$ 操作量MVの傾き  $a < A_3$ 、

かつ、 $B_2 <$ 操作量MVの振幅  $b < B_3$

を満たす複数の抽出データ

… (4)

ここで、 $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、 $B_1$ 、 $B_2$ 、 $B_3$ は、制御系設計者が設定する数値等の条件である。

【0117】 なお、式(2)～式(4)以外にも、傾き  $a$  のみあるいは振幅  $b$  のみを考慮した種々の選択条件が考えられる。次に、モデリング作業手順について図7のフロー図を用いて説明する。

【0118】 まず、プロセスの動特性モデルを内含するコントローラ1から出力された操作量MVとプロセス2からの制御量PVは、応答データ収集部20に収集され、バッファリングされている(ST11)。

【0119】 次に、収集データから条件の満たされた応答データが抽出され、かつ、保存されており、この抽出データはそのまま、あるいは選択されて、モデリング支援部10に送出される(ST12)。なお、ステップST11、ST12によるデータ抽出、保存作業は継続して行われる。

【0120】 モデリング支援部10に送出された抽出データは、モデリング支援用データとして用いられて、伝達関数が同定され(ST13)、制御定数が決定される(ST14)。

【0121】 さらに、シミュレーションによる評価がなされ(ST15)、実プロセスで評価される(ST16)。ステップST14～ST16の各段階で、必要があれば前のステップに戻り、各作業の再実施が行われる。

【0122】 以上のようにして、動特性モデルが修正さ

\* れている値A、Bに対して、

… (1a)

… (1b)

※ リングデータ選択部24におけるデータ選択基準について説明する。

【0114】 プラントの操業を長期間に渡って行うと、抽出データ保存部23に上記抽出データが大量に保存されることになる。これらのデータすべてを制御系設計者が一々調べ、最適のものを選択するのは、多大な労力を要し、非効率的である。

【0115】 そこで、最適モデリングデータ選択部24では、最適なモデリング支援用データの一つあるいは複数個を自動的に選択するための条件を設定できるようになっている。

【0116】 この条件は、プラントの状況、プロセスの性質等により異なるが、例えば以下に示す式(2)～(4)のようなものが考えられる。

操作量MVの傾き  $a$  が最大となり、

かつ、操作量MVの振幅  $b$  が最大となる抽出データ … (2)

操作量MVの傾き  $a = A_1$ 、

かつ、操作量MVの振幅  $b = B_1$  に最も近い抽出データ … (3)

$A_2 <$ 操作量MVの傾き  $a < A_3$ 、

かつ、 $B_2 <$ 操作量MVの振幅  $b < B_3$

を満たす複数の抽出データ

… (4)

れ、最適化される。このように本実施例によれば、制御系から取り出された操作量MVと制御量PVを収集データバッファ21に時系列データとして一旦保存し、この時系列データが一定条件を満たすとき、判定・抽出部22により抽出データとして抽出し、これをモデリング支援部10に送出するようにしたので、制御系設計者は、この抽出データをモデリング支援用データとして用いて、制御対象について効率よくモデリングを行うことができる。

【0123】 このように制御対象からの入出力データを上記一定条件により自動的に選別しているので、長期間に渡るプラント操業において有用な情報のみを取り出すことができ、制御系設計者のデータ編集等に要する労力を大幅に低減することができる。

【0124】 また、このように本実施例によれば、抽出データを抽出データ保存部23に保存し、これらの保存データから、最適モデリング選択部24によって予め設定された条件に最も適合するデータを最適モデリングデータとして取り出して、これをモデリング支援部10に送出するようにしたので、制御系設計者は、この最適モデリングデータをモデリング支援用データとして用いて、制御対象についてより一層効率よくモデリングを行うことができる。

【0125】 また、長期間のプラントの操業から最もモデリングに適するデータを予め定められた条件で自動的に選択でき、制御系設計者のデータ編集等に要する労力

をより一層低減することができる。

【0126】さらに、長期間に渡る操業からデータが選択できるので、プラントの構成要素の経年変化等による動特性の変化があった場合でも、本発明を用いれば、動特性モデルの修正を容易に行うことができる。

【0127】さらにまた、上記各設定条件さえ専門家により適切に設定されれば、制御理論に精通しない者でも、本実施例の接続を扱って制御系設計作業に従事することができる。

【0128】なお、本実施例の変形例として、抽出データ保存部23の要領が有限であることから、最適モデリングデータ選択部24によって、式(2)～(4)等に示される最適条件に適合する過去の最適データを新たに抽出された抽出データと比較してより適合性の高いデータのみを残し、常に最適データのみを抽出データ保存部23に保存するようにしてもよい。

【0129】このようにすれば、上記効果の他、さらに長期間のプラントの運転データ(トレンドデータ)から最終的に最もモデリングに適するデータを取り出されることがある。

(第5実施例) 図8は、本発明の第5実施例に係るモデリング装置を内蔵した制御系設計支援ツールおよび制御系を示す構成図であり、図1、図3と同一部分には同一符号を付して説明し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

【0130】本実施例のモデリング装置は、図3に示す第2実施例のモデリング装置において、応答データ収集・編集部5に代えて第4実施例で示すモデリング支援データ抽出部19を用いるものである。

【0131】このモデリング装置においては、モデリング支援データ抽出部19の判定・支援部22により抽出された各データ(MV2, PV2)又は最適モデリングデータ選択部24により選択された各データ(MV3, PV3)が動特性モデル6b、補正項モデリング部14bに入力され、動特性モデルが更新される。

【0132】このように本実施例によれば、第2実施例と同様な構成を有する装置において、応答データ収集・編集部5に代えて、第4実施例と同様な構成を有するモデリング支援データ抽出部19を用いたので、第2実施例及び第4実施例のモデリング装置と同様な効果が得られる他、判定・抽出部22の抽出条件、最適モデリングデータ選択部24の最適条件等により、モデリングの最適化に適するデータを条件の範囲内で自動的に選択して、かつ、伝達関数の自動同定を行うことができる。

【0133】また、長期間に渡るデータの自動抽出、選択、伝達関数の自動同定が可能で、制御系設計者の労力が大幅に低減できると共に、プラントの経年変化による動特性の変化にも対応できる。

(第6実施例) 図9は、本発明の第6実施例に係る制御装置および制御系を示す構成図であり、図4と同一部分

には同一符号を付して説明し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

【0134】図9において、制御系は、目標値SVに対して操作量MV(入力信号列)を出力する制御装置15と、操作量MVに対して制御量PV(出力信号列)を出力するプロセス2とその他図示しない監視装置、データ伝送路等とからなっている。

【0135】制御装置15は、内部に更新可能な動特性モデル16(G"(S))を有し、目標値SVに対して操作量MVを出力するモデル予測制御コントロール部17と、図示しない伝送路を通じてオンラインに操作量MVが入力される動特性モデル6dと、同様に制御量PVが入力される補正項モデリング部14dと、モデル予測制御コントロール部17内の動特性モデル16(G"(S))を設定されたタイミングに基づいて、修正されている動特性モデル6d内の動特性モデルG'(S)に入れ替えるモデル更新タイミング部とによって構成されている。

【0136】ここで、動特性モデル6dおよび補正項モデリング部14dの構成は第3実施例のものと同様であるので、その説明を省略する。また、モデル予測制御コントロール部17は、例えばスミスの無駄時間制御、非干渉化制御、MAC(Model Algorithmic Control)あるいはDMC(dynamic Matrix Control)等のモデル予測制御を行うためのコントローラである。

【0137】なお、出入力データ収集手段は、例えば動特性モデル6dおよび補正項モデリング部14dの一部機能によって構成されており、動特性モデルは、例えば動特性モデル6dによって構成されている。また、モデル更新手段は、例えば補正項モデリング部14dおよびモデル更新タイミング部18によって構成されている。

【0138】次に、以上のように構成された本実施例の制御装置の動作について説明する。まず、モデル予測制御コントロール部17より出力された操作量MVはプロセス2に入力され、当該プロセス2はこの操作によって制御されて制御量PVを出力する。一方、この操作量MVは動特性モデル6dに入力され、制御量PVは補正項モデリング部14dに入力される。

【0139】以下、動特性モデル6dと補正項モデリング部14dは、第3実施例の場合と同様に動作し、動特性モデル6dにはプロセス2の状況に応じた最新の動特性モデルG'(S)が設定されている。

【0140】次に、あらかじめ設定されている条件、あるいは、オペレータの判断操作に応じて、モデル更新タイミング部18がモデル予測制御コントロール部17内の動特性モデル16(G"(S))を更新し、動特性モデル6d内の動特性モデルG'(S)を入力する。

【0141】以後、次の動特性モデルの更新があるまで、モデル予測制御コントロール部17は、動特性モデル16(G"(S))を用いてプロセス2を制御する。

したがって、制御対象は、その時点で最も制御対象の実モデルに近い動特性モデルによってモデル予測制御される。

【0142】このように本実施例によれば、制御装置において、モデル予測制御に更新可能な動特性モデルを有し、制御系から操作量MVと制御量PVを取りだし、操作量MVを用いて動特性モデル6dで疑似制御量PV'を取り出して、補正項モデリング部14dで操作量MV、制御量PV、疑似制御量PV'から動特性モデルの補正項を自動的に推定し、動特性モデル6d内の動特性モデルを最新のものになるように自動修正し、さらに、動特性モデル6d内の動特性モデルを用いてモデル予測制御コントロール部17内の動特性モデル16(G")

(S)を更新できるようにしたので、モデル予測制御のための正確な動特性モデルを容易に得ることができ、プラントの動特性モデルが変化することあっても、対応することができ、安定した正確な制御を行うことができる。

【0143】なお、本発明において、モデル予測制御コントロール部17は、本実施例で例示した形式のものにとらわれるものではなく、プロセス2の動特性モデルを用いるものであれば、どのような形式のものであっても構わない。

【0144】さらに、第5実施例では、モデリング支援データ抽出部19を第2実施例の動特性モデル更新タイプのモデリング装置装置に適用したが、本発明においては、モデリング支援データ抽出装置の適用はこれに限られるものではなく、第1実施例の動特性モデル評価タイプのモデリング装置、第6実施例のモデル予測型の制御装置等への適用も可能である。

#### 【0145】

【発明の効果】以上詳記したように本発明によれば、プラント等のプロセスにおける動特性モデルのオンラインでの評価または補正を行うモデリング装置を提供することができる。

【0146】また、プラント等のプロセスにおける動特性モデルの同定及び制御定数の決定を行うための応答データを、人手を介すことなく効率的に編集するモデリング装置を提供することができる。

【0147】さらに、モデル予測制御を行う制御装置において使用する動特性モデルを、進行中のプロセスによって逐次補正される動特性モデルと更新可能な制御装置

を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例に係るモデリング装置を内蔵した制御系設計支援ツールおよび制御系を示す構成図。

【図2】本発明の実施例による制御系設計の作業の手順を示すフロー図。

【図3】本発明の第2実施例に係るモデリング装置を内蔵した制御系設計支援ツールおよび制御系を示す構成図。

【図4】本発明の第3実施例に係るモデリング装置を内蔵した制御系設計支援ツールおよび制御系を示す構成図。

【図5】本発明の第4実施例に係るモデリング装置を内蔵した制御系設計支援ツールおよび制御系を示す構成図。

【図6】同第4実施例における伝達関数等を修正するときの作業手順を示すフロー図。

【図7】本発明の実施例による制御系設計の作業の手順を示すフロー図。

【図8】本発明の第5実施例に係るモデリング装置を内蔵した制御系設計支援ツールおよび制御系を示す構成図。

【図9】本発明の第6実施例に係るモデリング装置を内蔵した制御系設計支援ツールおよび制御系を示す構成図。

【図10】従来の制御系設計の作業の手順を示すフロー図。

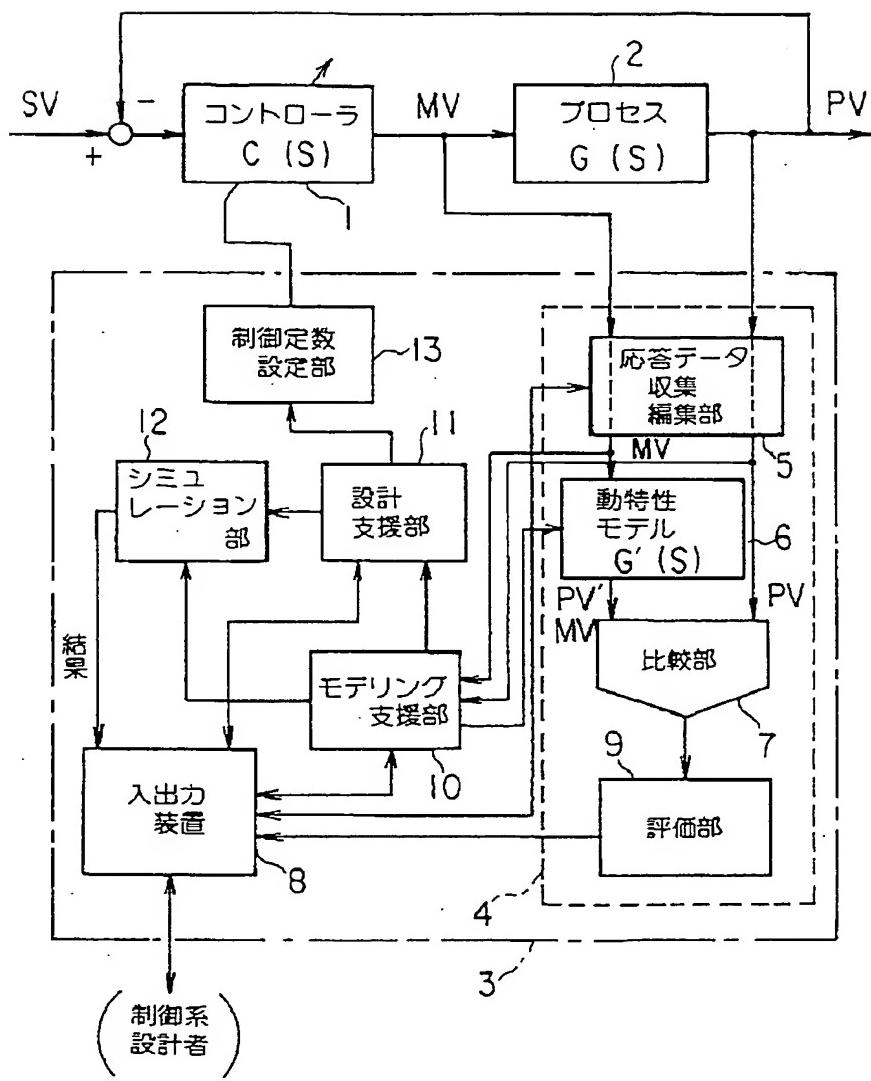
【図11】伝達関数等を修正するときの従来の作業手順を示すフロー図。

【図12】従来の制御系設計支援ツールおよび制御系を示す構成図。

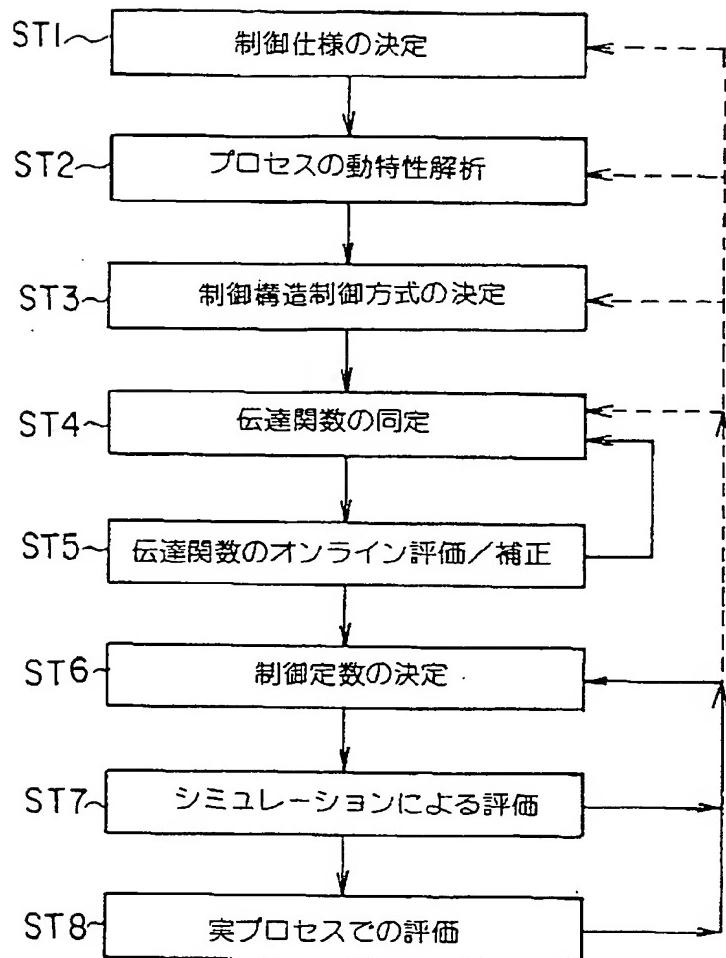
#### 【符号の説明】

3…制御系設計支援ツール、4…モデリング部、5…応答データ収集・編集部、6、6b、6c、6d…動特性モデル、7…比較部、9…評価部、14b、14c、14d…補正項モデリング部、15…制御装置、17…モデル予測制御コントロール部、18…モデル更新タイミング部、19…モデリング支援データ抽出、20…応答データ収集部、21…収集データバッファ、22…判定・抽出部、23…抽出データ保存部、24…最適モデリングデータ選択部。

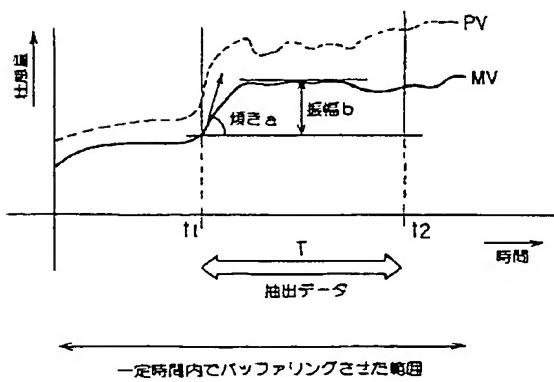
【図1】



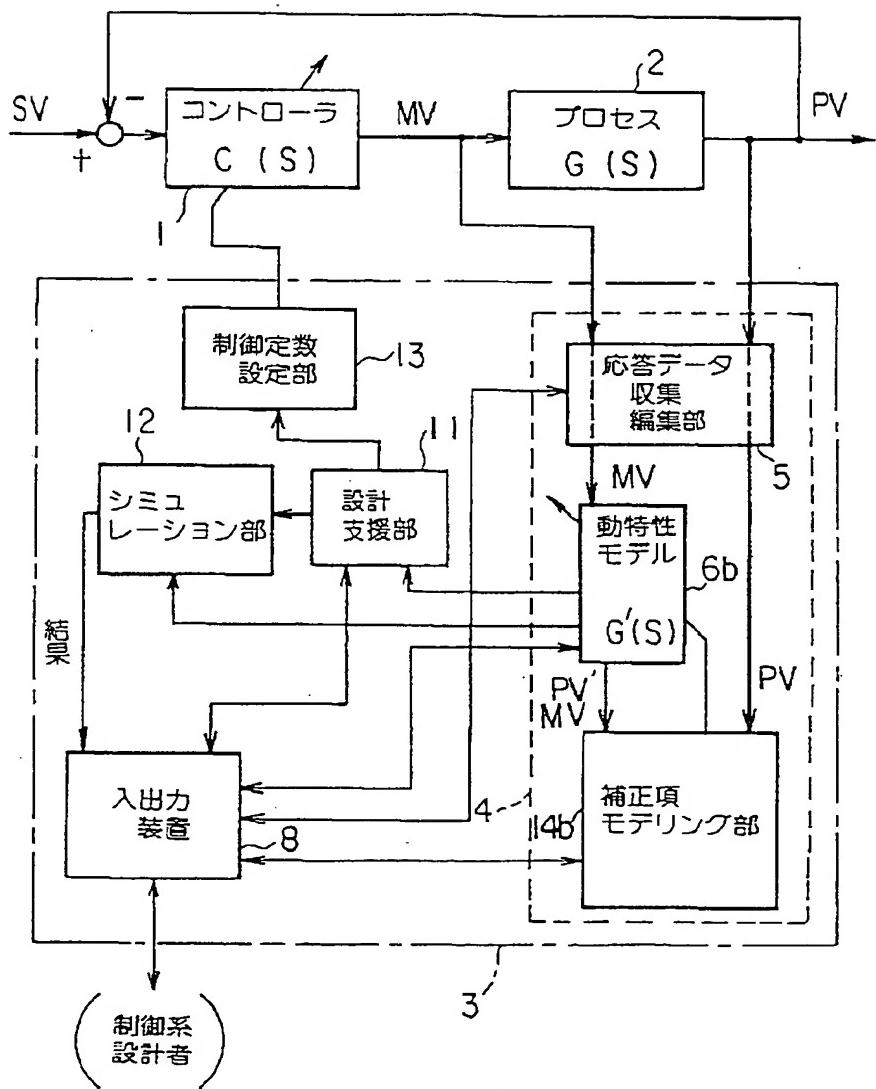
【図2】



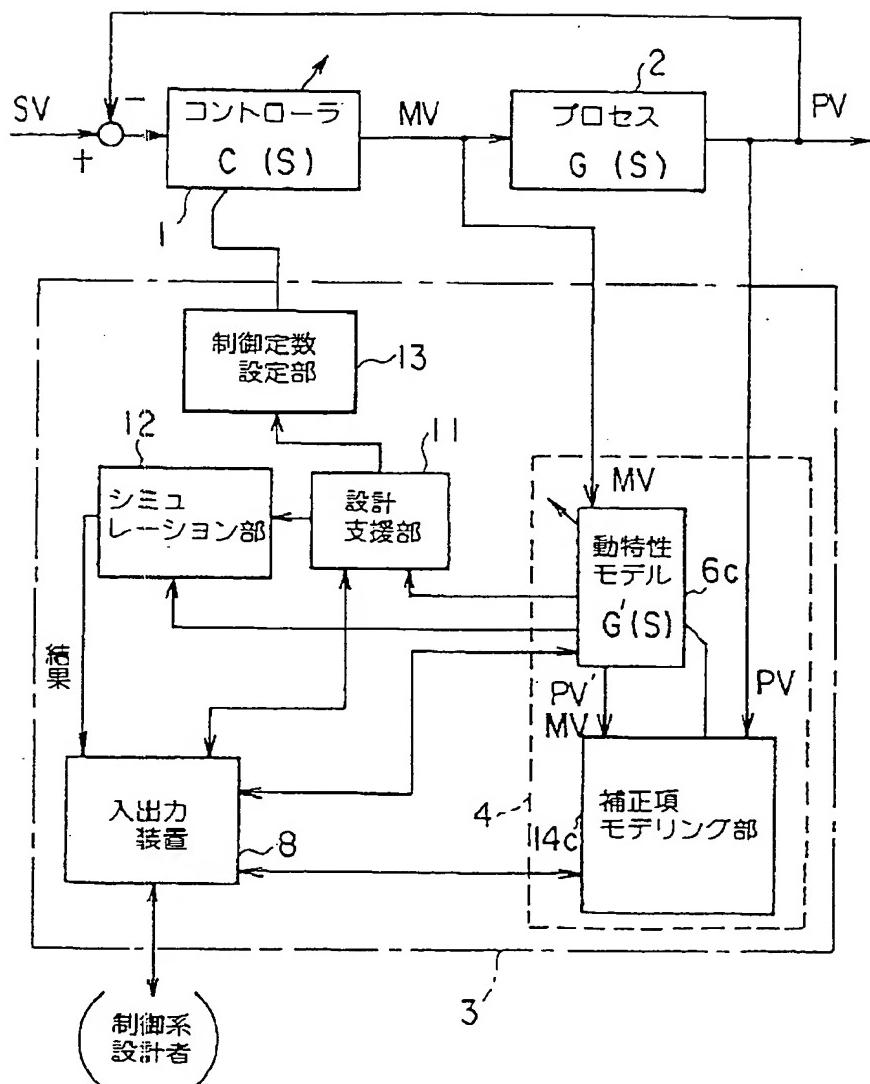
【図6】



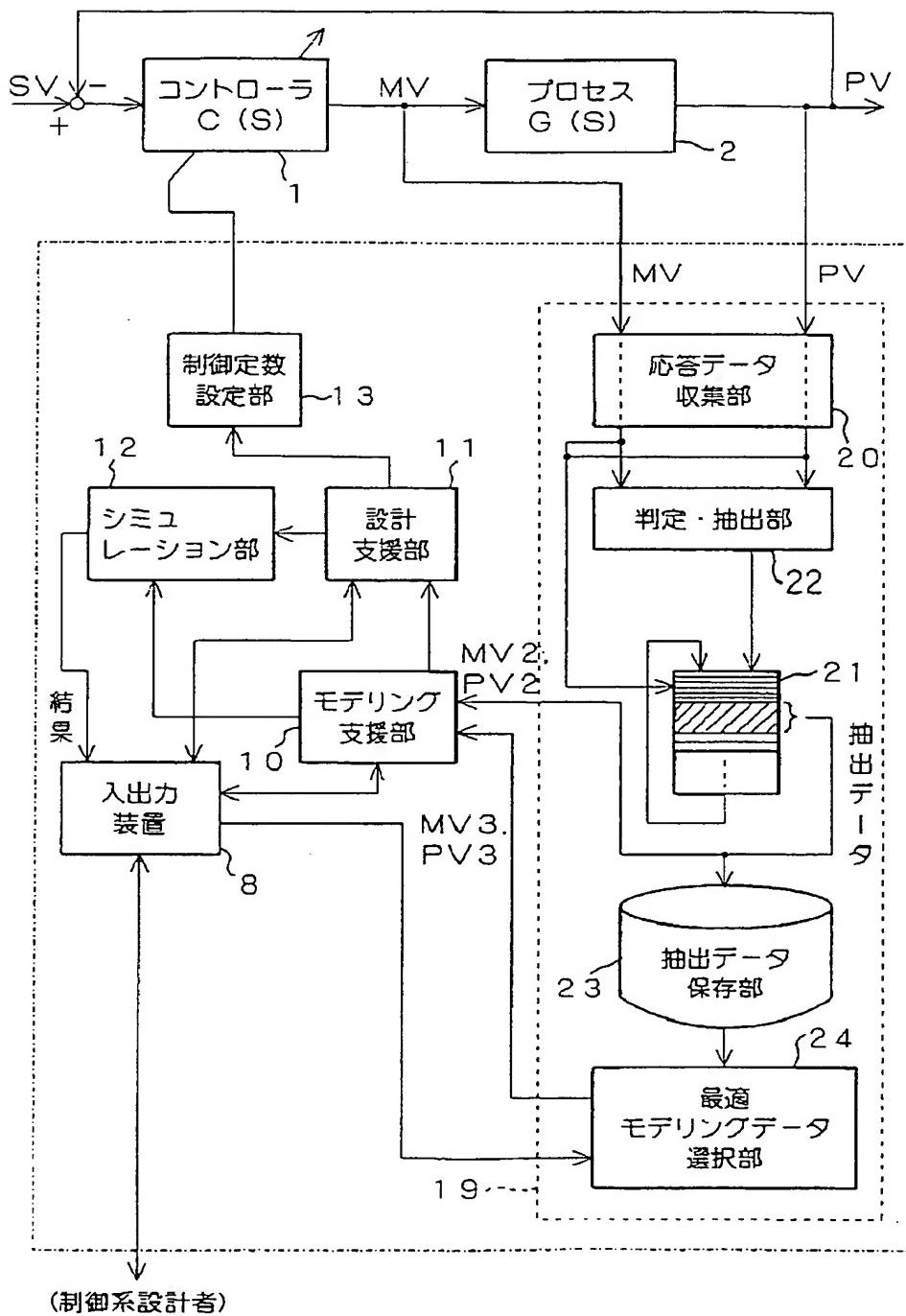
〔図3〕



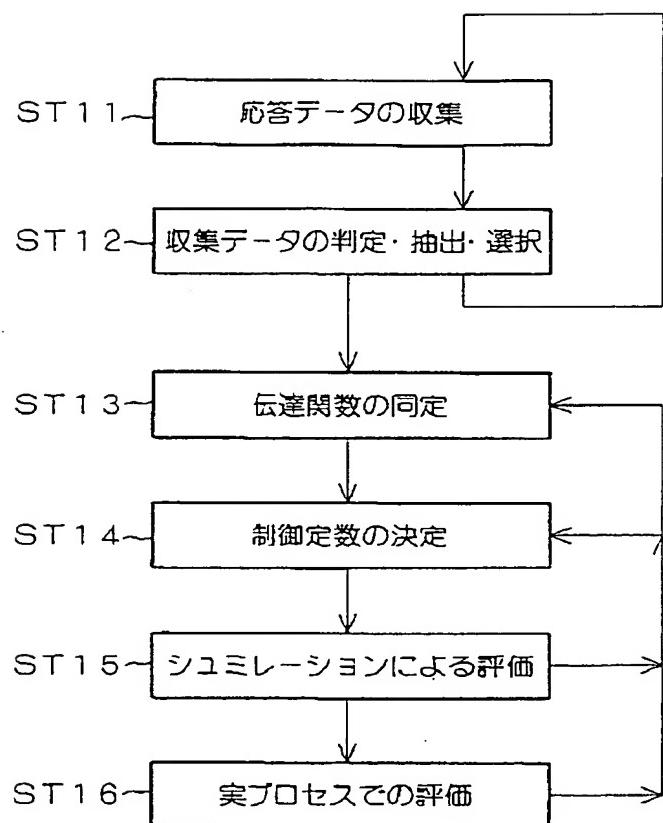
〔图4〕



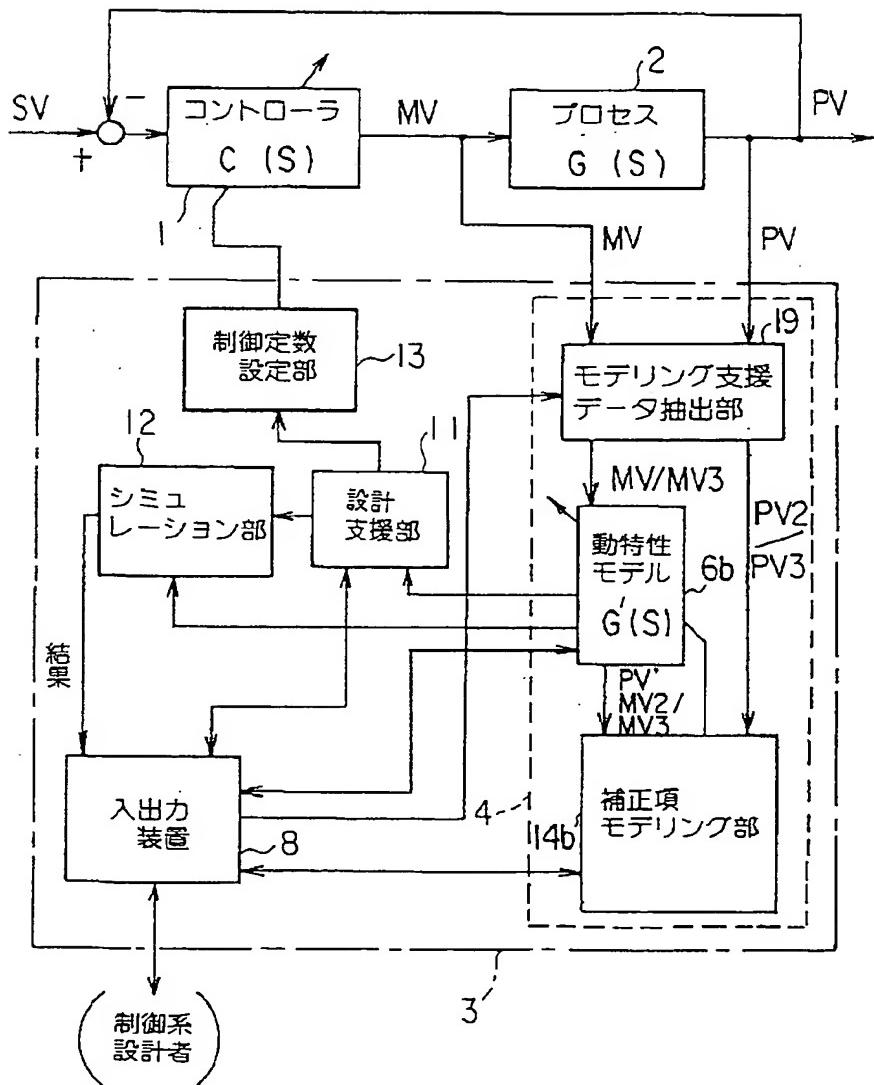
【図5】



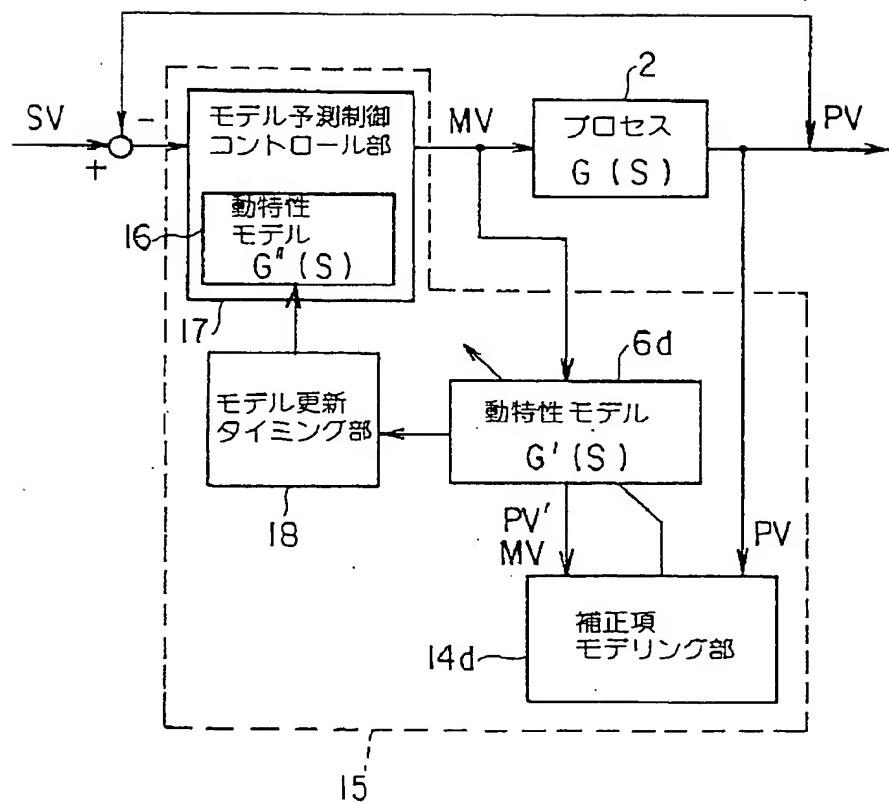
【図7】



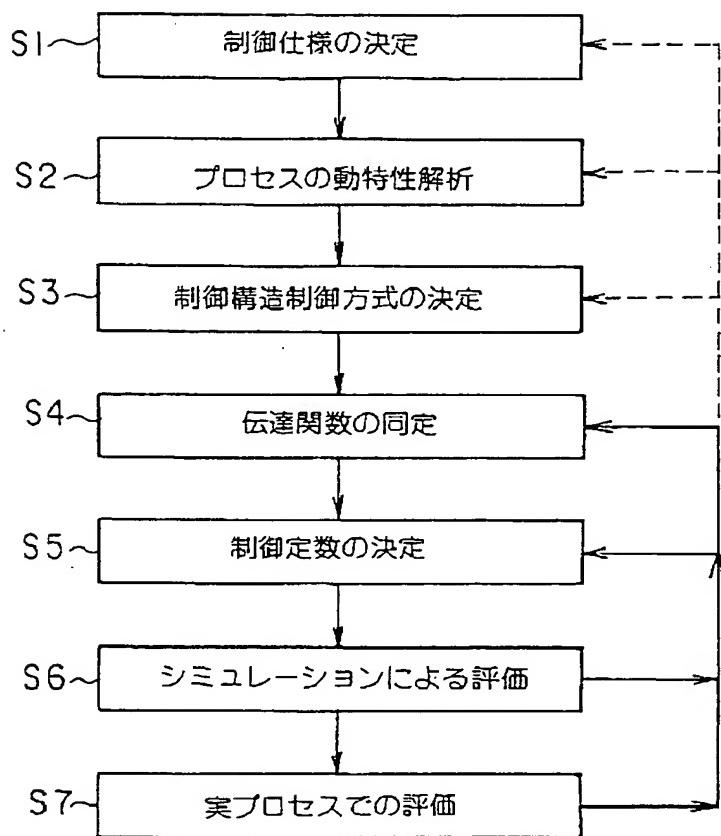
【図8】



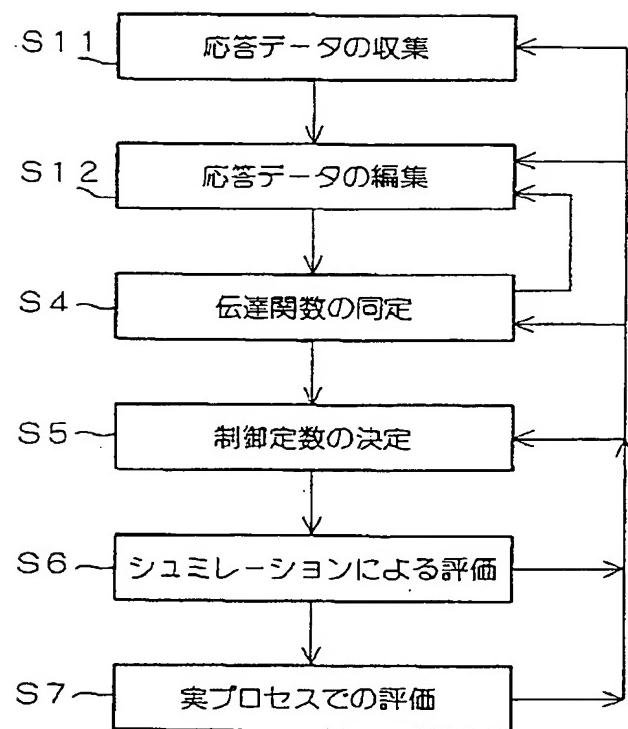
【図9】



【図10】



[図11]



【図12】

